

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Docket No. 219387US28

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hiroshi ITO

SERIAL NO: ~~NEW APPLICATION~~

FILED: ~~HEREWITH~~

FOR: LASER PROCESSING METHOD AND APPARATUS

GAU: 1741

EXAMINER: Wong

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

Japan

APPLICATION NUMBER

2001-032708

MONTH/DAY/YEAR

February 8, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

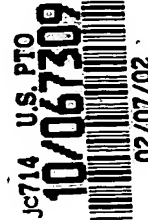
Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/98)



SAH
#2
4-11-02

0/S/229
1/1

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月 8日

出 願 番 号

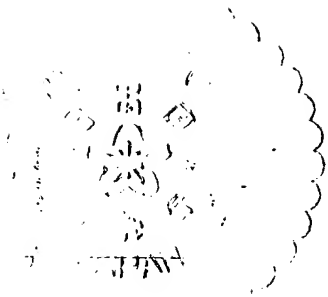
Application Number:

特願2001-032708

出 願 人

Applicant(s):

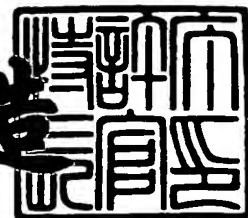
株式会社東芝



2001年 9月13日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3084641

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000100435

【提出日】 平成13年 2月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 マスク、レーザ加工方法及びその装置、半導体デバイス
製造方法、露光装置及びディスプレイ装置

【請求項の数】 17

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新磯子町 3 3 番地 株式会社東芝
生産技術センター内

【氏名】 伊藤 弘

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 ・ 明細書

【発明の名称】 マスク、レーザ加工方法及びその装置、半導体デバイス製造方法、露光装置及びディスプレイ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過した光の各照射領域が互いに重ならない領域を有し、かつ前記照射領域が連続するような各箇所に複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記光の照射対象物の前記光を照射したときの物理特性により決定されたことを特徴とするマスク。

【請求項 2】 前記パターン開口部の幅及びピッチは、前記照射対象物における前記光照射領域に熱勾配が生じる値に設定されたことを特徴とする請求項 1 記載のマスク。

【請求項 3】 前記複数のパターン開口部は、当該マスクを複数の領域に分割したときの各領域の相互間で互いに重なり合わない箇所にそれぞれ形成されたことを特徴とする請求項 1 記載のマスク。

【請求項 4】 前記複数のパターン開口部は、前記照射対象物に光を照射して多結晶化するときの結晶の成長方向に応じた方向に形成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項記載のマスク。

【請求項 5】 前記パターン開口部は、線状、多角形、点状及びリング状、サイズがそれぞれ異なる多角形、又は当該マスクの移動方向に対して傾斜のうちいずれかに形成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項記載のマスク。

【請求項 6】 前記パターン開口部の幅は $5\ \mu\text{m}$ 以下で、かつ前記ピッチは $1\ \mu\text{m}$ 以上に形成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項記載のマスク。

【請求項 7】 被加工物に対してパルスレーザ光を照射してこの照射領域内を多結晶化するレーザ加工方法において、

一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過した光の前記各照射領域が互いに重ならない領域を有し、かつ前記照射領域が連続するような各箇所に複数

のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記被加工物に前記光を照射したときの物理特性により決定されたマスクを用い、

このマスクと前記被加工物とを相互に連続して移動し、これら移動に同期して前記パルスレーザー光を前記マスクを通して前記被加工物に照射し、前記被加工物に前記多結晶化した部分を連続して形成することを特徴とするレーザー加工方法。

【請求項 8】 前記マスクは、請求項 2 乃至 6 のうちいずれか 1 項記載のマスクであることを特徴とする請求項 7 記載のレーザー加工方法。

【請求項 9】 被加工物に対してパルスレーザー光を照射してこの照射領域内を多結晶化するレーザー加工装置において、

前記パルスレーザー光を出力するレーザー装置と、

一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過した前記パルスレーザー光の前記被加工物における前記各照射領域が互いに重ならない領域を有し、かつ前記照射領域が連続するような各箇所に複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記被加工物に前記パルスレーザー光を照射したときの熱勾配が現われる値に形成されたマスクと、

前記レーザー装置から出力された前記パルスレーザー光を整形及び均一化して前記マスクを通して前記被加工物に照射するための照明光学系と、

前記マスクと前記被加工物とを相対的に連続して移動させる移動手段と、を具備したことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項 10】 前記マスクは、請求項 2 乃至 6 のうちいずれか 1 項記載のマスクであることを特徴とする請求項 9 記載のレーザー加工装置。

【請求項 11】 基板上に薄膜を形成し、この薄膜上にレジストを塗布して露光処理を行ない、この後、現像、エッチング処理、前記レジストの除去を行なって半導体デバイスを製造する半導体デバイス製造方法において、

一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過したレーザー光の前記薄膜上の各照射領域が互いに重ならない領域を有し、かつ前記照射領域が連続するような各箇所に複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記薄膜に前記レーザー光を照射したときに熱勾配が現われる値に形成されたマスクを用い、

このマスクと前記基板とを相互に連続して移動し、これら移動に同期して前記レーザ光を前記マスクを通して前記薄膜に照射し、前記薄膜に多結晶化した部分を連続して形成することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項 1 2】 前記マスクは、請求項 2 乃至 6 のうちいずれか 1 項記載のマスクであることを特徴とする請求項 1 1 記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項 1 3】 前記半導体デバイスは、表示部とその周辺回路とからなるもので、少なくとも前記周辺回路中に少なくとも CPU、メモリを形成するプロセスの前に、前記周辺回路となる部分の前記基板の薄膜に多結晶化した部分を連続して形成することを特徴とする請求項 1 1 記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項 1 4】 被処理体に対してマスクを通してレーザ光を照射してこの照射領域内を露光処理する露光装置において、

前記レーザ光を出力するレーザ装置と、

一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過した前記レーザ光の前記被処理体における前記各照射領域が互いに重ならない領域を有するように複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記被処理体への露光処理に応じた値に設定されたマスクと、

前記レーザ装置から出力された前記レーザ光を整形及び均一化して前記マスクを通して前記被処理体に照射するための照明光学系と、

前記マスクと前記被処理体とを相対的に連続して移動させる移動手段と、を具備したことを特徴とする露光装置。

【請求項 1 5】 前記マスクは、請求項 3 又は 5 のうちいずれか 1 項記載のマスクであることを特徴とする請求項 1 4 記載の露光装置。

【請求項 1 6】 表示部と、この表示部に画像を表示させるために当該表示部を構成する基板上に配置され、多結晶化されたシリコン膜を構成要素として備える周辺回路及びドライバとを備えたディスプレイ装置において、

前記周辺回路又は前記ドライバは、前記基板上の複数領域に分割して構成されることを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項 1 7】 表示部と、この表示部に画像を表示させるために当該表示部を構成する基板上に配置され、レーザ光を照射されることにより多結晶化され

たシリコン膜を構成要素として備える周辺回路及びドライバとを備えたディスプレイ装置において、

前記周辺回路又は前記ドライバは、前記基板上の複数領域に分割して形成されると共に、少なくとも一つの前記領域における前記多結晶シリコン膜は前記レーザー光がオーバーラップなく照射されて前記多結晶化されていることを特徴とするディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば p-Si TFT 液晶ディスプレイの製造に係るもので、a-Si 膜などの被加工物に対してパルスレーザー光を照射して a-Si 膜を多結晶化するに用いるマスク、このマスクを用いたレーザー加工方法及びその装置、a-Si 膜を多結晶化するプロセスを有する半導体デバイス製造方法、さらには上記マスクを用いた露光装置及びディスプレイ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

p-Si TFT 液晶ディスプレイの製造工程には、液晶ディスプレイ装置のガラス基板上に薄膜（a-Si 膜）を形成し、この薄膜を多結晶化（多結晶シリコン膜：多結晶 Si 膜）するプロセスがある。この多結晶化する方法としては、固相成長法又はエキシマレーザーアニール法などが用いられる。このうち固相成長法は、ガラス基板上に形成された a-Si 膜を高温でアニールすることにより多結晶 Si 膜を得るものであるが、高温プロセスであることからガラス基板に高価な石英ガラスを用いる必要がある。

【0003】

一方、エキシマレーザーアニール法は、エキシマレーザーというパルス幅 20 ns 程度の短パルスレーザーを a-Si 膜に照射して多結晶 Si 膜を得るもので、低温プロセスであることから、この方法により近年において量産化が実現している。

【0004】

p-Si TFT 液晶ディスプレイにおいては、その高性能化を実現するために

、多結晶 Si 膜の結晶粒径をさらに大きくしたいという要求が強まっている。具体的には、現状の方法において結晶粒径は約 $0.5 \mu\text{m}$ 前後であるが、これを数 μm 以上にしたいという要求が強まっている。

【 0 0 0 5 】

その理由を説明すると、半導体デバイスの性能を左右するファクタとして移動度という数値がある。この移動度は、電子の移動速度を表わすもので、結晶粒径が小さく、電子の通り道に結晶粒界が多い場合には、その移動度が低下し、半導体デバイスの高性能化は望めなくなる。このようなことから多結晶 Si 膜の結晶粒径の拡大が要求されている。

【 0 0 0 6 】

このような結晶粒径の拡大する方法としては、例えば特開昭 5 6 - 1 3 7 5 4 6 号公報に記載されているような屋根型のレーザビーム等を用いてワーク上を走査する方法や、特表 2 0 0 0 - 5 0 5 2 4 1 公報に記載されているようなスーパーラテラル成長と呼ばれる方法がある。これらの方法は、Si 薄膜の移動すなわちガラス基板の移動に同期させて順次ライン又は屋根型パターンのレーザビームを Si 薄膜上に照射するものである。この方法により多結晶 Si 膜の結晶粒径が拡大されることを我々も検証したが、Si 薄膜上にレーザビームを間隔を持って順次照射するために、レーザビームを照射する毎にガラス基板を移動することになり、その移動距離が $0.1 \mu\text{m}$ から $1.0 \mu\text{m}$ 程度の間であることが必要である。このため、大型のガラス基板、例えば $300\text{mm} \times 400\text{mm}$ のガラス基板上の Si 薄膜を多結晶 Si 膜にする場合には、ガラス基板を $0.1 \mu\text{m}$ から $1.0 \mu\text{m}$ 程度の間隔で移動させなければならず、大型のガラス基板全体に多結晶 Si 膜を生成するにはスループットが数時間となり非実現的なものである。

【 0 0 0 7 】

そこで、高速化の方法として例えば特願平 9 - 2 1 7 2 1 3 号公報に記載されている技術がある。この方法は、図 3 3 に示すようにレーザ光の照射領域内になるところのマスク上に複数の繰り返しパターン 1 を形成し、これらパターン 1 のピッチ分だけガラス基板を移動してレーザ光の照射領域に結晶を成長（結晶成長領域 2）させてその照射領域全体を多結晶化すると共に、次に照射領域分だけガ

ラス基板をステップ移動させてガラス基板全体を処理するものである。

【0008】

又、上記マスクに形成される繰り返しパターンのピッチを狭くし、ガラス基板の移動なしにレーザ光の照射領域部分をパターンに沿って結晶成長させる方法もある。例えば、パターン幅 $2\ \mu\text{m}$ でピッチ μm の繰り返しパターンが形成されたマスクを用い、長さ $2\ \mu\text{m}$ でその幅 $0.3\ \mu\text{m}$ の結晶で埋め尽くされることが記載されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前者の結晶粒径の拡大する方法では、スループットが数時間となり非実現的なもので生産性の低いものであるばかりでなく、図36に示すようにレーザ光のビーム幅が例えば $5\ \mu\text{m}$ 以上に設定すると、そのレーザ光の照射領域における中央部の熱勾配が少なくなり、照射領域の両端部の境界部は大粒径化するものの、中央部が微結晶化してしまい、例えばこのSi結晶化した上に形成するトランジスタの性能の向上を妨げるSi結晶膜となってしまう。

【0010】

又、後者の高速化する方法では、基板搬送系としてのガラス基板をステップ移動させるときの停止、再スタート時の減速、加速時間の影響が大きく、実際の量産ラインでのスループットには達せず、さらに高速処理が必要となる。

【0011】

さらに、マスクに形成される繰り返しパターン1のピッチを狭くする方法では、実際には、隣同士のパターンからの熱影響を受け、Si膜の横方向（膜厚方向と垂直）の成長速度が低下することで、図34に示すようにレーザ光の照射領域の一部、例えば照射領域の中間部分が微結晶化（微結晶領域3）し、さらに繰り返しパターン1のピッチを狭くすると、図35に示すようにレーザ光の照射領域の全面が微結晶化して電子の移動度が低下するものとなってしまう。

【0012】

そこで本発明は、高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶Si膜を生成するためのマスクを提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

又、本発明は、高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶 S i 膜を生成できるレーザ加工方法及びその装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 4 】

又、本発明は、高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶 S i 膜を生成するプロセスを有する半導体デバイス製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 5 】

又、本発明は、高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶 S i 膜を生成するマスクを応用した露光装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 6 】

又、本発明は、均一かつ大粒径の多結晶 S i 膜が生成された高性能のディスプレイ装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載による本発明は、一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過した光の各照射領域が互いに重ならない領域を有し、かつ前記照射領域が連続するような各箇所に複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記光の照射対象物の前記光を照射したときの物理特性により決定されたことを特徴とするマスクである。

【 0 0 1 8 】

請求項 2 記載による本発明は、請求項 1 記載のマスクにおいて、前記パターン開口部の幅及びピッチは、前記照射対象物における前記光照射領域に熱勾配が生じる値に設定されたことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 3 記載による本発明は、請求項 1 記載のマスクにおいて、前記複数のパターン開口部は、当該マスクを複数の領域に分割したときの各領域の相互間で互いに重なり合わない箇所にそれぞれ形成されたことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項 4 記載による本発明は、請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項記載のマス

記パルスレーザ光の前記被加工物における前記各照射領域が互いに重ならない領域を有し、かつ前記照射領域が連続するような各箇所に複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記被加工物に前記パルスレーザ光を照射したときの熱勾配が現われる値に形成されたマスクと、前記レーザ装置から出力された前記パルスレーザ光を整形及び均一化して前記マスクを通して前記被加工物に照射するための照明光学系と、前記マスクと前記被加工物とを相対的に連続して移動させる移動手段とを具備したことを特徴とするレーザ加工装置である。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 0 記載による本発明は、請求項 9 記載のレーザ加工装置において、前記マスクは、請求項 2 乃至 6 のうちいずれか 1 項記載のマスクであることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 1 1 記載による本発明は、基板上に薄膜を形成し、この薄膜上にレジストを塗布して露光処理を行ない、この後、現像、エッチング処理、前記レジストの除去を行なって半導体デバイスを製造する半導体デバイス製造方法において、一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過したレーザ光の前記薄膜上の各照射領域が互いに重ならない領域を有し、かつ前記照射領域が連続するような各箇所に複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記薄膜に前記レーザ光を照射したときに熱勾配が現われる値に形成されたマスクを用い、このマスクと前記基板とを相互に連続して移動し、これら移動に同期して前記レーザ光を前記マスクを通して前記薄膜に照射し、前記薄膜に多結晶化した部分を連続して形成することを特徴とする半導体デバイス製造方法である。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 2 記載による本発明は、請求項 1 1 記載の半導体デバイス製造方法において、前記マスクは、請求項 2 乃至 6 のうちいずれか 1 項記載のマスクであることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 3 記載による本発明は、請求項 1 1 記載の半導体デバイス製造方法において、前記半導体デバイスは、表示部とその周辺回路とからなるもので、少なくとも前記周辺回路中に少なくとも CPU、メモリを形成するプロセスの前に、前記周辺回路となる部分の前記基板の薄膜に多結晶化した部分を連続して形成することを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 4 記載による本発明は、被処理体に対してマスクを通してレーザ光を照射してこの照射領域内を露光処理する露光装置において、前記レーザ光を出力するレーザ装置と、一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過した前記レーザ光の前記被処理体における前記各照射領域が互いに重ならない領域を有するように複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチが前記被処理体への露光処理に応じた値に設定されたマスクと、前記レーザ装置から出力された前記レーザ光を整形及び均一化して前記マスクを通して前記被処理体に照射するための照明光学系と、前記マスクと前記被処理体とを相対的に連続して移動させる移動手段とを具備したことを特徴とする露光装置である。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 5 記載による本発明は、請求項 1 4 記載の露光装置において、前記マスクは、請求項 3 又は 5 のうちいずれか 1 項記載のマスクであることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

請求項 1 6 記載による本発明は、表示部と、この表示部に画像を表示させるために当該表示部を構成する基板上に配置され、多結晶化されたシリコン膜を構成要素として備える周辺回路及びドライバとを備えたディスプレイ装置において、

前記周辺回路又は前記ドライバは、前記基板上の複数領域に分割して構成されることを特徴とするディスプレイ装置である。

【 0 0 3 3 】

請求項 1 7 記載による本発明は、表示部と、この表示部に画像を表示させるために当該表示部を構成する基板上に配置され、レーザ光を照射されることにより

多結晶化されたシリコン膜を構成要素として備える周辺回路及びドライバとを備えたディスプレイ装置において、前記周辺回路又は前記ドライバは、前記基板上の複数領域に分割して形成されると共に、少なくとも一つの前記領域における前記多結晶シリコン膜は前記レーザ光がオーバーラップなく照射されて前記多結晶化されていることを特徴とするディスプレイ装置である。

【 0 0 3 4 】

【発明の実施の形態】

(1) 以下、本発明の第 1 の実施の形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 3 5 】

図 1 は a - S i 膜を多結晶化するプロセスを有する p - S i T F T 液晶ディスプレイの製造に適用されるレーザ加工装置の構成図である。パルスレーザ光を出力するレーザ装置としてエキシマレーザ 1 0 が設けられている。このエキシマレーザ 1 0 は、例えば繰り返し周波数 2 0 0 ~ 5 0 0 H z で、かつ a - S i 膜の膜厚にも影響されるが a - S i 膜上での照射点（加工点）でのエネルギー密度が 2 0 0 ~ 5 0 0 J / c m 2 程度のパルスレーザ光を出力するものである。

【 0 0 3 6 】

このエキシマレーザ 1 0 から出力されるパルスレーザ光の光路上には、バリアブルアッテネータ 1 1 と、照明光学系 1 2 と、マスク 1 3 と、ミラー 1 4 とが配置され、このミラー 1 4 の反射光路上に投影レンズ 1 5 が配置されている。このうち照明光学系 1 2 は、ホモジナイザ及びパルスレーザ光のビーム整形の機能を有するもので、コリメートレンズ 1 6 と、アレイレンズ群 1 7 と、フィールドレンズ 1 8 となどからなっている。フィールドレンズ 1 8 は、アレイレンズ群 1 7 との組み合わせでマスク 1 3 上に均一なビームを形成するためのもので、このフィールドレンズ 1 8 とアレイレンズ群 1 7 とでホモジナイザが形成される。投影レンズ 1 5 は、マスク 1 3 に形成されているマスクパターンを転写するためのものである。

【 0 0 3 7 】

マスク 1 3 は、微結晶領域を形成させない手法、すなわちガラス基板 1 が一方向に所定距離毎に移動したときの当該マスク 1 3 に形成されたパターン開口部を

それぞれ通過したパルスレーザー光のガラス基板 1 における各照射領域が互いに重ならず、かつパルスレーザー光を複数ショット照射したときの照射領域が連続するような各箇所にも複数のパターン開口部が形成され、かつこれらパターン開口部の幅及びピッチがガラス基板 1 にパルスレーザー光を照射したときの熱勾配が現われる値に形成されたものである。

【0038】

具体的にマスク 13 は、図 2 に示すように複数の線状に形成されたパターン開口部（以下、ラインパターンと称する）19 が、当該マスクを複数の領域、例えば第 1 乃至第 4 のマスク領域 $M_1 \sim M_4$ に分割したときの各マスク領域 $M_1 \sim M_4$ の相互間で互いに重なり合わない箇所で、かつこれらラインパターン 19 の幅及びピッチがガラス基板 1 上に形成された a-Si 膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えば a-Si 膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおおよそ $5 \mu\text{m}$ 以内でそのピッチが $1 \mu\text{m}$ 以上となるように設定されている。例えば、これらラインパターン 19 は、各マスク領域 $M_1 \sim M_4$ にそれぞれ原点 $Z_1 \sim Z_4$ を設けたとき、これら原点 $Z_1 \sim Z_4$ からそれぞれ絶対位置が異なる距離のところの各マスク領域 $M_1 \sim M_4$ 内に形成されている。そのうえ、各マスク領域 $M_1 \sim M_4$ 間は、ピッチ M_p の等間隔に形成されている。

【0039】

なお、このような微結晶領域を形成させない手法として、a-Si 膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおおよそ $5 \mu\text{m}$ 以内でそのピッチ M_p が $1 \mu\text{m}$ 以上となるように設定したが、このうちビーム幅が $5 \mu\text{m}$ 以内という条件は、ガラス基板 1 上に形成される a-Si 膜の膜厚にも影響されるものであるが、例えば単独のラインビームを a-Si 膜上に照射した場合に、ラインビーム境界部分から中央部分へ結晶が成長し、照射部分全面が多結晶化する条件である。

【0040】

又、ビーム幅のピッチ M_p が $1 \mu\text{m}$ 以上という条件は、ラインビームの幅や a-Si 膜の膜厚の影響を受けて変化するものであるが、少なくとも光学系の一般的な解像度と熱拡散距離からは上記 $1 \mu\text{m}$ 以上離さないと隣接するラインパターンからの熱影響を受けることになるからである。

【 0 0 4 1 】

X Y Zチルトステージ 2 0 は、a - S i 膜が表面に形成されたガラス基板 1 を載置し、このガラス基板 1 を X Y Z 方向に移動可能に構成されたもので、例えばガラス基板 1 をパルスレーザ光の繰り返し周波数に同期した搬送速度で X 方向に連続して移動し、次にガラス基板 1 を Y 方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びガラス基板 1 をパルスレーザ光の繰り返し周波数に同期した搬送速度で - X 方向に連続して移動するような、レーザビームがガラス基板 1 上をラスタスキャンするようにガラス基板 1 を移動させるものとなっている。なお、この X Y Zチルトステージ 2 0 は、例えば搬送速度 2 0 0 ~ 5 0 0 m m / s 程度でガラス基板 1 を移動させるものとなっている。

【 0 0 4 2 】

なお、フォーカス変位計 2 1 は、ガラス基板 1 上の a - S i 膜上にマスクパターンが結像するように a - S i 膜との変位を測定し、それを X Y Zチルトステージ 2 0 側にフィードバックしてガラス基板 1 を Z 方向に上下動させて結像をとるようにしている。

【 0 0 4 3 】

次に、上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【 0 0 4 4 】

p - S i T F T 液晶ディスプレイの製造工程では、ガラス基板 1 上に a - S i 膜の薄膜を形成し、この薄膜上にレジストを塗布して露光処理を行ない、その後、現像、エッチング処理、レジストの除去を行なうというフォトリソグラフィ・プロセスがあり、このプロセス中におけるガラス基板 1 上の a - S i 膜を多結晶化（多結晶 S i 膜）するプロセスがある。

【 0 0 4 5 】

このガラス基板 1 上の a - S i 膜を多結晶化（多結晶 S i 膜）する方法は、次の通り行われる。

【 0 0 4 6 】

エキシマレーザ 1 0 は、例えば繰り返し周波数 2 0 0 ~ 5 0 0 H z でパルスレーザ光を断続的に出力する。このパルスレーザ光は、バリアブルアッテネータ 1

1 から照明光学系 1・2 を通ってマスク 13 に照射され、このマスク 13 に形成されたマスクパターンを通してミラー 14 に至り、このミラー 14 で反射し、投影レンズ 15 によりガラス基板 1 上の a-Si 膜上に照射される。

【0047】

一方、XYZチルトステージ 20 は、a-Si 膜が表面に形成されたガラス基板 1 をパルスレーザー光の繰り返し周波数に同期した搬送速度で例えばガラス基板 1 を X 方向に連続して移動し、次にガラス基板 1 を Y 方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びガラス基板 1 を -X 方向に連続して、例えば搬送速度 200～500 mm/s 程度で移動させる。

【0048】

このようにエキシマレーザー 10 から出力されたパルスレーザー光をマスク 13 を通してガラス基板 1 上の a-Si 膜に照射し、かつ XYZチルトステージ 20 の動作によりガラス基板 1 を連続して移動させると、ガラス基板 1 上の a-Si 膜は次のように多結晶化される。

【0049】

図 3 は 1 ショット目のパルスレーザー光が a-Si 膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、マスク 13 の第 1 乃至第 4 のマスク領域 $M_1 \sim M_4$ に形成された各ラインパターン 19 を通過したパルスレーザー光が a-Si 膜上に照射され、これら光照射領域の a-Si 膜が多結晶化される。

【0050】

このとき、パルスレーザー光の a-Si 膜上に照射される各光照射領域は、そのビーム幅が 5 μ m 以内でそのピッチ M_p が 1 μ m 以上となるように設定されているので、各ラインビーム境界部分から中央部分へ結晶が成長し、各光照射領域の全面が多結晶化する。すなわち、これら光照射領域では、隣同士のパターンからの熱影響を受けることはなく、多結晶化される。

【0051】

次に、図 4 は 2 ショット目のパルスレーザー光が a-Si 膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、ガラス基板 1 が連続して X 方向に移動しているため、2 ショット目のパルスレーザー光の光照射領域は、先の 1 ショット目の

パルスレーザ光の光照射領域に隣接したところとなる。なお、第1のマスク領域 M_1 に注目すれば、1ショット目のパルスレーザ光により多結晶化された領域 Q_1 に隣接して2ショット目のパルスレーザ光により多結晶化された領域 Q_2 が生成される。このときも各光照射領域では、隣同士のパターンからの熱影響を受けることはなく、多結晶化される。

【0052】

次に、図5は3ショット目のパルスレーザ光が $a-Si$ 膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、ガラス基板1が連続してX方向に移動しているため、3ショット目のパルスレーザ光の光照射領域は、先の2ショット目のパルスレーザ光の光照射領域に隣接したところとなる。ここでも、第1のマスク領域 M_1 に注目すれば、2ショット目のパルスレーザ光により多結晶化された領域 Q_2 に隣接して3ショット目のパルスレーザ光により多結晶化された領域 Q_3 が生成される。

【0053】

これ以降、上記同様に、図6は4ショット目のパルスレーザ光が $a-Si$ 膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示し、図7は5ショット目のパルスレーザ光が $a-Si$ 膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示す。

【0054】

このようにパルスレーザ光をマスク13を通してガラス基板1上の $a-Si$ 膜に照射し、かつXYZチルトステージ20の動作によりガラス基板1を連続して移動させることにより、4ショット目のパルスレーザ光の $a-Si$ 膜への照射により例えば第1のマスク領域 M_1 内が全面照射され、当該光照射領域全面の $a-Si$ 膜が多結晶化される。そして、5ショット目のパルスレーザ光の $a-Si$ 膜への照射以降は、各マスク領域 $M_1 \sim M_4$ ごとの光照射領域全面が多結晶化される。

【0055】

従って、ガラス基板1上の $a-Si$ 膜は、未光照射領域が順次埋め尽くされ、最終的にガラス基板1上の $a-Si$ 膜の全面が多結晶化される。

【0056】

このように上記第1の実施の形態においては、第1乃至第4のマスク領域 $M_1 \sim M_4$ の相互間で互いに重なり合わない箇所で、かつその幅及びピッチがガラス基板1上に形成されたa-Si膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えばa-Si膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおよそ $5\mu m$ 以内でそのピッチ M_p が $1\mu m$ 以上となるように設定されたラインパターン19が形成されたマスク13を用い、エキシマレーザ10から出力されたパルスレーザ光をマスク13を通してガラス基板1上のa-Si膜に照射し、かつXYZチルトステージ20の動作によりガラス基板1を連続して移動させるので、XYZチルトステージ20の動作を停止することなく、ガラス基板1上のa-Si膜を連続して均一かつ大結晶粒径の多結晶Si膜に生成できる。これにより、多結晶Si膜の生成を高速処理でき、かつ大結晶粒径の多結晶Si膜の生成により電子の移動度を高めることができ、例えばこのSi結晶化した上に形成するトランジスタの性能を向上させ、p-Si TFT液晶ディスプレイの性能をも向上できる。

【0057】

又、p-Si TFT液晶ディスプレイの製造工程においてガラス基板1上のa-Si膜を多結晶化（多結晶Si膜）する生産性を高めることができ、高いスループットを得ることができる。

【0058】

なお、ガラス基板1全面のa-Si膜を多結晶化するのに、XYZチルトステージ20によりガラス基板1をX方向に連続して移動し、次にガラス基板1をY方向に移動し、再び-X方向に連続して移動させるとき、多結晶化の作用が一時停止させることになるが、これはガラス基板1の形状から当然の動作である。

【0059】

(2) 次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明の第2の実施の形態におけるレーザ加工装置は、上記図1に示すマスク13の構成を変更したものである。従って、かかるレーザ加工装置は、上記図1に示すレーザ加工装置を援用して説明する。

【0060】

図8はかかるレーザ加工装置に用いるマスク30の構成図である。このマスク

30は、微結晶領域を形成させない手法、すなわちガラス基板1が一方向に所定距離毎に移動したときの当該マスク30に形成された複数の多角形のパターン開口部（以下、4角形パターン）31をそれぞれ通過したパルスレーザ光のガラス基板1における各照射領域が互いに重ならない縦横方向（XY方向）で、かつパルスレーザ光を複数ショット照射したときの照射領域が連続するような各箇所にも複数形成され、かつこれら4角形パターン31の幅及びピッチがガラス基板1にパルスレーザ光を照射したときの熱勾配が現われる値に形成されたものである。

【0061】

具体的にマスク30は、複数の4角形パターン31が、当該マスク30を複数の領域、例えば第1乃至第4のマスク領域 $M_{11} \sim M_{14}$ に分割したときの各マスク領域 $M_{11} \sim M_{14}$ の相互間で互いに重なり合わないXYの両方向の箇所で、かつこれら4角形パターン31の幅及びピッチがガラス基板1上に形成されたa-Si膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えばa-Si膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおおよそ $5\mu\text{m}$ 以内でそのピッチがおおよそ $5\mu\text{m}$ 以上となるように設定されている。例えば、これら4角形パターン31は、各マスク領域 $M_{11} \sim M_{14}$ にそれぞれ原点 $Z_{11} \sim Z_{14}$ を設けたとき、これら原点 $Z_{11} \sim Z_{14}$ からそれぞれ絶対位置が異なる距離のところの各マスク領域 $M_{11} \sim M_{14}$ 内に形成されている。そのうえ、各マスク領域 $M_{11} \sim M_{14}$ 間は、ピッチ M_p の等間隔に形成されている。

【0062】

次に、上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0063】

上記p-Si TFT液晶ディスプレイの製造工程においてガラス基板1上に形成されたa-Si膜を多結晶化する方法は、次の通り行われる。

【0064】

エキシマレーザ10は、例えば繰り返し周波数 $200 \sim 500\text{Hz}$ でパルスレーザ光を断続的に出力する。このパルスレーザ光は、バリアブルアッテネータ11から照明光学系12を通過してマスク30に照射され、このマスク30に形成された4角形パターン31を通過してミラー14に至り、このミラー14で反射し、

投影レンズ15によりガラス基板1上のa-Si膜上に照射される。

【0065】

一方、XYZチルトステージ20は、a-Si膜が表面に形成されたガラス基板1をパルスレーザー光の繰り返し周波数に同期した搬送速度で例えばガラス基板1をX方向に連続して移動し、次にガラス基板1をY方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びガラス基板1を-X方向に連続して、例えば搬送速度200～500mm/s程度で移動させる。

【0066】

このようにエキシマレーザー10から出力されたパルスレーザー光をマスク30を通してガラス基板1上のa-Si膜に照射し、かつXYZチルトステージ20の動作によりガラス基板1を連続して移動させると、ガラス基板1上のa-Si膜は次のように多結晶化される。

【0067】

図9は1ショット目のパルスレーザー光がa-Si膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、マスク30の第1乃至第4のマスク領域 M_{11} ～ M_{14} に形成された各4角形パターン31を通過したパルスレーザー光がa-Si膜上に照射され、これら光照射領域のa-Si膜が多結晶化される。

【0068】

このとき、パルスレーザー光のa-Si膜上に照射される各光照射領域は、そのビーム幅が5 μ mでそのピッチが同程度の5 μ mになるように設定されているので、各4角形ビーム境界部分から中央部分へ結晶が成長し、各光照射領域の全面が多結晶化する。すなわち、これら光照射領域では、隣同士の4角形パターン31からの熱影響を受けることはなく、多結晶化される。

【0069】

次に、図10は2ショット目のパルスレーザー光がa-Si膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、ガラス基板1が連続してX方向に移動しているので、2ショット目のパルスレーザー光の光照射領域は、先の1ショット目のパルスレーザー光の光照射領域に隣接したところとなる。なお、第1のマスク領域 M_{11} に注目すれば、1ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領

域Aに隣接して2ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域Bが生成される。このときも各光照射領域では、隣同士の4角形パターン31からの熱影響を受けることはなく、多結晶化される。

【0070】

次に、図11は3ショット目のパルスレーザー光がa-Si膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、ガラス基板1が連続してX方向に移動しているので、3ショット目のパルスレーザー光の光照射領域は、先の2ショット目のパルスレーザー光の光照射領域に隣接したところとなる。ここでも、第1のマスク領域M₁₁に注目すれば、2ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域Bに隣接して3ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域Cが生成される。

【0071】

これ以降、上記同様に、図12は4ショット目のパルスレーザー光がa-Si膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示し、図13は5ショット目のパルスレーザー光がa-Si膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示す。

【0072】

このようにパルスレーザー光をマスク30を通してガラス基板1上のa-Si膜に照射し、かつXYZチルトステージ20の動作によりガラス基板1を連続して移動させることにより、4ショット目のパルスレーザー光のa-Si膜への照射により例えば第1のマスク領域M₁₁内が全面照射され、当該光照射領域全面のa-Si膜が多結晶化される。そして、5ショット目のパルスレーザー光のa-Si膜への照射以降は、各マスク領域M₁₁～M₁₄ごとの光照射領域全面が多結晶化される。

【0073】

従って、ガラス基板1上のa-Si膜は、未光照射領域が順次埋め尽くされ、最終的にガラス基板1上のa-Si膜の全面が多結晶化される。

【0074】

このように上記第2の実施の形態においては、複数の4角形パターン31が各マスク領域M₁₁～M₁₄の相互間で互いに重なり合わない縦横方向で、かつこ

れら 4 角形パターン 3 1 の幅及びピッチがガラス基板 1 上に形成された a - S i 膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えば a - S i 膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおよそ 5 μ m 以内でそのピッチがおよそ 5 μ m 以上となるように設定されたマスク 3 0 を用い、エキシマレーザ 1 0 から出力されたパルスレーザ光をマスク 3 0 を通してガラス基板 1 上の a - S i 膜に照射し、かつ X Y Z チルトステージ 2 0 の動作によりガラス基板 1 を連続して移動させるので、上記第 1 の実施の形態と同様に、X Y Z チルトステージ 2 0 の動作を停止することなく、ガラス基板 1 上の a - S i 膜を連続して均一かつ大結晶粒径の多結晶 S i 膜に生成できる。これにより、多結晶 S i 膜の生成を高速処理でき、かつ大結晶粒径の多結晶 S i 膜の生成により電子の移動度を高めることができ、例えばこの S i 結晶化した上に形成するトランジスタの性能を向上させ、p - S i T F T 液晶ディスプレイの性能をも向上できる。

【 0 0 7 5 】

又、p - S i T F T 液晶ディスプレイの製造工程においてガラス基板 1 上の a - S i 膜を多結晶化（多結晶 S i 膜）する生産性を高めることができ、高いスループットを得ることができる。

【 0 0 7 6 】

なお、このマスク 3 0 を用いて、4 ショットのパルスレーザ光の照射で微結晶領域がどうしても生じる場合には、4 角形パターン 3 1 の大きさを 5 μ m 以下のままで、そのピッチを 4 角形パターンサイズの 2 倍以上に設定してもよい。この場合、少なくとも未照射領域を埋めるためにパルスレーザ光の照射を 6 ショット以上必要となり、マスク 3 0 上の領域も 6 分割する。

【 0 0 7 7 】

（3）次に、本発明の第 3 の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明の第 3 の実施の形態におけるレーザ加工装置は、上記図 1 に示すマスク 1 3 の構成を変更したものである。従って、かかるレーザ加工装置は、上記図 1 に示すレーザ加工装置を援用して説明する。

【 0 0 7 8 】

図 1 4 はかかるレーザ加工装置に用いるマスク 4 0 の構成図である。このマス

ク 4 0 は、微結晶領域を形成させない手法、すなわちガラス基板 1 が一方向に所定距離毎に移動したときの当該マスク 4 0 に形成された複数の点状のパターン開口部（以下、点状パターンと称する）4 1 及び複数のリング状のパターン開口部（以下、4 角形リングパターンと称する）4 2 をそれぞれ通過したパルスレーザー光のガラス基板 1 における各照射領域が互いに重ならない縦横方向（X Y 方向）で、かつパルスレーザー光を複数ショット照射したときの照射領域が連続するような各箇所に複数形成され、かつこれら点状パターン 4 1 及び 4 角形リングパターン 4 2 の幅及びピッチがガラス基板 1 にパルスレーザー光を照射したときの熱勾配が現われる値に形成されたものである。

【 0 0 7 9 】

具体的にマスク 4 0 は、例えば第 1 乃至第 3 のマスク領域 $M_{21} \sim M_{23}$ に分割したときの各マスク領域 $M_{21} \sim M_{23}$ の相互間で互いに重なり合わない X Y の両方向の箇所で、かつ各点状パターン 4 1 及び 4 角形リングパターン 4 2 の幅及びピッチがガラス基板 1 上に形成された a - S i 膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えば a - S i 膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおおよそ $5 \mu m$ 以内になるように設定されている。例えば、各点状パターン 4 1 は、マスク領域 M_{21} 内にそれぞれ原点 Z_{21} から等ピッチに形成され、かつ 4 角形リングパターン 4 2 は、各マスク領域 $M_{22} \sim M_{23}$ の各原点 $Z_{22} \sim Z_{23}$ からそれぞれ各点状パターン 4 1 と同ピッチ間隔で形成されている。ただし、各マスク領域 $M_{22} \sim M_{23}$ 同士の各 4 角形リングパターン 4 2 は、そのリング径が相互に重ならないように形成されている。

【 0 0 8 0 】

次に、上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【 0 0 8 1 】

上記 p - S i T F T 液晶ディスプレイの製造工程においてガラス基板 1 上に形成された a - S i 膜を多結晶化する方法は、次の通り行われる。

【 0 0 8 2 】

エキシマレーザー 1 0 は、例えば繰り返し周波数 $200 \sim 500 \text{ Hz}$ でパルスレーザー光を断続的に出力する。このパルスレーザー光は、バリアブルアッテネータ 1

1 から照明光学系 1・2 を通って、先ずはマスク 40 の第 1 のマスク領域 M_{21} のみに照射され、この第 1 のマスク領域 M_{21} に形成された点状パターン 41 を通ってミラー 14 に至り、このミラー 14 で反射し、投影レンズ 15 によりガラス基板 1 上の a-Si 膜上に照射される。

【0083】

一方、XYZチルトステージ 20 は、a-Si 膜が表面に形成されたガラス基板 1 をパルスレーザー光の繰り返し周波数に同期した搬送速度で例えばガラス基板 1 を X 方向に連続して移動し、次にガラス基板 1 を Y 方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びガラス基板 1 を -X 方向に連続して、例えば搬送速度 200～500 mm/s 程度で移動させる。

【0084】

このようにエキシマレーザー 10 から出力されたパルスレーザー光をマスク 40 の第 1 のマスク領域 M_{21} のみを通してガラス基板 1 上の a-Si 膜に照射し、かつ XYZチルトステージ 20 の動作によりガラス基板 1 を連続して移動させると、ガラス基板 1 上の a-Si 膜は次のように多結晶化される。

【0085】

図 15 は 1 ショット目のパルスレーザー光が a-Si 膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、マスク 40 の第 1 のマスク領域 M_{21} に形成された各点状パターン 41 を通過したパルスレーザー光が a-Si 膜上に照射され、これら光照射領域の a-Si 膜が多結晶化される。

【0086】

このとき、パルスレーザー光の a-Si 膜上に照射される各光照射領域は、そのビーム幅が 5 μ m でそのピッチが同程度の 5 μ m になるように設定されているので、各点状ビーム境界部分から中央部分へ結晶が成長し、各光照射領域の全面が多結晶化する。すなわち、これら光照射領域では、隣同士の点状パターン 41 からの熱影響を受けることはなく、多結晶化される。

【0087】

次に、図 16 は 2 ショット目のパルスレーザー光が a-Si 膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、ガラス基板 1 が連続して X 方向に移動し

ているので、2ショット目のパルスレーザー光の光照射領域は、先の1ショット目のパルスレーザー光の光照射領域の外周に隣接したところとなる。なお、第1のマスク領域 M_{21} に注目すれば、1ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域aに隣接して2ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域bが生成される。このときも各光照射領域では、隣同士のパターン42からの熱影響を受けることはなく、多結晶化される。

【0088】

次に、図17は3ショット目のパルスレーザー光がa-Si膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、ガラス基板1が連続してX方向に移動しているので、3ショット目のパルスレーザー光の光照射領域は、先の2ショット目のパルスレーザー光の光照射領域の外周に隣接したところとなる。ここでも、第1のマスク領域 M_{21} に注目すれば、2ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域bに隣接して3ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域cが生成される。

【0089】

これ以降、上記同様に、図15乃至図17に示すパルスレーザー光のa-Si膜上への照射が繰り返され、a-Si膜が連続して多結晶化される。なお、ガラス基板1は、XYZチルトステージ20の動作により連続してX方向に移動している所以、4ショット目のパルスレーザー光により3ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域cの隣接した領域、すなわち図17上において右側の領域に多結晶化された領域aが形成され、次の5ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域bが順次形成されていく。

【0090】

このようにパルスレーザー光をマスク40を通してガラス基板1上のa-Si膜に照射し、かつXYZチルトステージ20の動作によりガラス基板1を連続して移動させることにより、3ショット目のパルスレーザー光のa-Si膜への照射により例えば第1のマスク領域 M_{21} 内が全面照射され、当該光照射領域全面のa-Si膜が多結晶化される。

【0091】

従って、ガラス基板 1 上の a-Si 膜は、未光照射領域が順次埋め尽くされ、最終的にガラス基板 1 上の a-Si 膜の全面が多結晶化される。

【0092】

このように上記第 3 の実施の形態によれば、複数の点状パターン 41 及び複数の 4 角形リングパターン 42 を形成したマスク 40 を用いても、上記第 1 及び第 2 の実施の形態と同様な効果を奏することができる。

【0093】

(4) 次に、本発明の第 4 の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明の第 4 の実施の形態におけるレーザ加工装置は、上記図 1 に示すマスク 13 の構成を変更したものである。従って、かかるレーザ加工装置は、上記図 1 に示すレーザ加工装置を援用して説明する。

【0094】

図 18 はかかるレーザ加工装置に用いるマスク 50 の構成図である。このマスク 50 は、微結晶領域を形成させない手法、すなわちガラス基板 1 が一方向に所定距離毎に移動したときの当該マスク 50 に形成された複数の多角形状のパターン開口部（以下、4 角形パターンと称する）51 をそれぞれ縦横方向（XY 方向）形成し、かつこれら 4 角形パターン 51 の幅及びピッチがガラス基板 1 にパルスレーザ光を照射したときの熱勾配が現われる値に形成されたものである。

【0095】

具体的にマスク 50 は、例えば第 1 乃至第 3 のマスク領域 $M_{31} \sim M_{33}$ に分割したときの各マスク領域 $M_{31} \sim M_{33}$ の XY の両方向の箇所で、かつ 4 角形パターン 51 の幅及びピッチがガラス基板 1 上に形成された a-Si 膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えば a-Si 膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおよそ $5 \mu m$ 以内になるように設定されている。例えば、4 角形パターン 51 は、各マスク領域 $M_{31} \sim M_{33}$ の各原点 $Z_{31} \sim Z_{33}$ からそれぞれ同ピッチ間隔で形成されている。

【0096】

次に、上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0097】

上記 p-Si TFT 液晶ディスプレイの製造工程においてガラス基板 1 上に形成された a-Si 膜を多結晶化する方法は、次の通り行われる。

【0098】

エキシマレーザ 10 は、例えば繰り返し周波数 200～500 Hz でパルスレーザ光を断続的に出力する。このパルスレーザ光は、バリアブルアッテネータ 11 から照明光学系 12 を通って、先ずはマスク 50 の第 1 のマスク領域 M_{31} のみに照射され、この第 1 のマスク領域 M_{31} に形成された 4 角形パターン 51 を通ってミラー 14 に至り、このミラー 14 で反射し、投影レンズ 15 によりガラス基板 1 上の a-Si 膜上に照射される。

【0099】

一方、XYZ チルトステージ 20 は、a-Si 膜が表面に形成されたガラス基板 1 を 3 ショットのパルスレーザ光の繰り返しに同期した搬送速度で例えばガラス基板 1 を X 方向に連続して移動し、次にガラス基板 1 を Y 方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びガラス基板 1 を -X 方向に連続して、例えば搬送速度 200～500 mm/s 程度で移動させる。

【0100】

すなわち、エキシマレーザ 10 から出力されたパルスレーザ光をマスク 50 の第 1 乃至第 3 のマスク領域 $M_{31} \sim M_{33}$ のうち 1 つのマスク領域のみを通してガラス基板 1 上の a-Si 膜に照射し、かつ XYZ チルトステージ 20 の動作によりガラス基板 1 を 3 ショット毎に X 方向に移動させると、ガラス基板 1 上の a-Si 膜は次のように多結晶化される。

【0101】

図 19 は 1 ショット目のパルスレーザ光が a-Si 膜上に照射されたときの多結晶化された領域を示すもので、マスク 50 の第 1 のマスク領域 M_{31} に形成された各 4 角形パターン 51 を通過したパルスレーザ光が a-Si 膜上に照射され、これら光照射領域の a-Si 膜が多結晶化 K_1 される。なお、これら光照射領域の中央部分は、熱勾配が少ないために微結晶化 L される。

【0102】

次に、図 20 は 2 ショット目のパルスレーザ光が a-Si 膜上に照射されたと

きの多結晶化された領域 K_2 を示すもので、2ショット目のパルスレーザー光の光照射領域は、先の1ショット目のパルスレーザー光の光照射領域の内周側に隣接したところとなる。なお、第1のマスク領域 M_{31} に注目すれば、1ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域 K_1 の内周側に隣接して2ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域 K_2 が生成される。

【0103】

次に、図21は3ショット目のパルスレーザー光が $a-Si$ 膜上に照射されたときの多結晶化された領域 K_3 を示すもので、3ショット目のパルスレーザー光の光照射領域は、先の2ショット目のパルスレーザー光の光照射領域の内周側に隣接したところとなる。ここでも、第1のマスク領域 M_{31} に注目すれば、2ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域 K_2 の内側に隣接して3ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域 K_3 が生成される。

【0104】

これ以降、上記同様に、図19乃至図21に示すパルスレーザー光の $a-Si$ 膜上への照射が繰り返され、 $a-Si$ 膜が連続して多結晶化される。なお、ガラス基板1は、XYZチルトステージ20の動作により3ショット毎にX方向に移動しているので、4ショット目のパルスレーザー光により3ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域 $K_1 \sim K_3$ に隣接した領域、すなわち図21上において右側の領域に多結晶化された領域 K_1 が形成され、次の5ショット目のパルスレーザー光により多結晶化された領域 K_2 が順次形成されていく。

【0105】

このようにパルスレーザー光をマスク5を通してガラス基板1上の $a-Si$ 膜に照射し、かつXYZチルトステージ20の動作によりガラス基板1を移動させることにより、3ショット目のパルスレーザー光の $a-Si$ 膜への照射により例えば、第1のマスク領域 M_{31} 全面照射され、当該光照射領域全面の $a-Si$ 膜が多結晶化される。

【0106】

従って、ガラス基板1上の $a-Si$ 膜は、未光照射領域が順次埋め尽くされ、最終的にガラス基板1上の $a-Si$ 膜の全面が多結晶化される。

【0107】

このように上記第4実施の形態によれば、複数の4角形パターン51を形成したマスク50を用いても、上記第1乃至第3の実施の形態と同様な効果を奏することができることは言うまでもない。

【0108】

(5) 次に、本発明の第5の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明の第5の実施の形態におけるレーザ加工装置は、上記図1に示すマスク13の構成を変更したものである。従って、かかるレーザ加工装置は、上記図1に示すレーザ加工装置を援用して説明する。

【0109】

図22はかかるレーザ加工装置に用いるマスク60の構成図である。このマスク60は、ガラス基板1上のa-Si膜にパルスレーザ光を照射して多結晶化するときの結晶の成長方向に応じた方向に複数のパターン開口部（以下、ラインパターンと称する）61をX方向に形成したものである。

【0110】

具体的にマスク60は、複数のラインパターン61が、当該マスクを複数の領域、例えば第1乃至第4のマスク領域 $M_{41} \sim M_{44}$ に分割したときの各マスク領域 $M_{41} \sim M_{44}$ の相互間で互いに重なり合わない箇所で、かつこれらラインパターン61の幅及びピッチがガラス基板1上に形成されたa-Si膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えばa-Si膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおよそ $5\mu\text{m}$ 以内でそのピッチが $1\mu\text{m}$ 以上となるように設定されている。例えば、これらラインパターン61は、各マスク領域 $M_{41} \sim M_{44}$ にそれぞれ原点 $Z_{41} \sim Z_{44}$ を設けたとき、これら原点 $Z_{41} \sim Z_{44}$ からそれぞれ絶対位置が異なる距離のところの各マスク領域 $M_{41} \sim M_{41}$ に形成されている。そのうえ、各マスク領域 $M_{41} \sim M_{41}$ 間は、ピッチ M_p の等間隔に形成されている。

【0111】

次に、上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0112】

エキシマレーザ10は、例えば繰り返し周波数200～500Hzでパルスレーザ光を断続的に出力する。このパルスレーザ光は、バリアブルアッテネータ11から照明光学系12を通して、マスク60に照射され、第1乃至第4のマスク領域 $M_{41} \sim M_{41}$ に形成されたラインパターン61を通してミラー14に至り、このミラー14で反射し、投影レンズ15によりガラス基板1上のa-Si膜上に照射される。

【0113】

一方、XYZチルトステージ20は、a-Si膜が表面に形成されたガラス基板1をパルスレーザ光の繰り返しに同期した搬送速度で例えばガラス基板1をX方向に連続して移動し、次にガラス基板1をY方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びガラス基板1を-X方向に連続して、例えば搬送速度200～500mm/s程度で移動させる。

【0114】

このようにエキシマレーザ10から出力されたパルスレーザ光をマスク60の各ラインパターン61を通してガラス基板1上のa-Si膜に照射し、かつXYZチルトステージ20の動作によりガラス基板1を連続して移動させると、ガラス基板1上のa-Si膜は、上記第1乃至第4の実施の形態の作用と同様に、未光照射領域が順次埋め尽くされ、最終的にガラス基板1上のa-Si膜の全面が多結晶化される。

【0115】

このときの多結晶の成長方向は、図23に示すようにガラス基板1（ワーク）の移動方向に対して垂直方向になる。すなわち、ラインパターン61を通してa-Si膜上に照射される光照射領域は、ライン状となるので、当該光照射領域の狭いほうの幅方向の熱勾配が大きいため、この幅方向（上記ガラス基板1の移動方向に対して垂直方向）に結晶が成長する。

【0116】

なお、例えば上記図1に示すマスク13を用いた場合には、このマスク13による光照射領域の狭いほうの幅方向すなわちガラス基板1の移動方向（X方向）に結晶が成長する。

【0117】

このように上記第5の実施の形態によれば、X方向に複数のラインパターン61が形成されたマスク60を用い、ガラス基板1を連続してX方向に移動させるので、ガラス基板1上のa-Si膜は、その全面がX方向（ガラス基板1の移動方向）に多結晶化できる。従って、当該マスク60又は上記図1に示すマスク13を用いれば、ガラス基板1上に形成する多結晶化の成長方向を制御できる。なお、この第5の実施の形態においても上記第1乃至第3の実施の形態と同様な効果を奏することができることは言うまでもない。

【0118】

(6) 次に、本発明の第6の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明の第6の実施の形態におけるレーザ加工装置は、上記図1に示すマスク13の構成を変更したものである。従って、かかるレーザ加工装置は、上記図1に示すレーザ加工装置を援用して説明する。

【0119】

図24はかかるレーザ加工装置に用いるマスク70の構成図である。このマスク70は、ガラス基板1上のa-Si膜にパルスレーザ光を照射して多結晶化するときの結晶の成長方向に応じた方向に複数のパターン開口部（以下、ラインパターンと称する）71を斜め方向、例えばX方向に対して45°の方向に形成したものである。

【0120】

具体的にマスク7は、複数のラインパターン7が、当該マスクを複数の領域、例えば第1乃至第4のマスク領域 $M_{51} \sim M_{54}$ 分割したときの各マスク領域 $M_{51} \sim M_{54}$ の相互間で互いに重なり合わない箇所にX方向に対して45°の方向で、かつこれらラインパターン71の幅及びピッチがガラス基板1上に形成されたa-Si膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えばa-Si膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおよそ5 μm 以内でそのピッチが1 μm 以上となるように設定されている。例えば、これらラインパターン71は、各マスク領域 $M_{51} \sim M_{54}$ にそれぞれ原点 $Z_{51} \sim Z_{54}$ を設けたとき、これら原点 $Z_{51} \sim Z_{54}$ からそれぞれ絶対位置が異なる距離のところの各マスク領域 M_{51}

～ M_{54} に形成されている。そのうえ、各マスク領域 $M_{51} \sim M_{54}$ 間は、ピッチ M_p の等間隔に形成されている。

【 0 1 2 1 】

次に、上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【 0 1 2 2 】

エキシマレーザ 1 0 は、例えば繰り返し周波数 2 0 0 ～ 5 0 0 H z でパルスレーザ光を断続的に出力する。このパルスレーザ光は、バリアブルアッテネータ 1 1 から照明光学系 1 2 を通って、マスク 7 0 に照射され、第 1 乃至第 4 のマスク領域 $M_{51} \sim M_{54}$ に形成されたラインパターン 7 1 を通ってミラー 1 4 に至り、このミラー 1 4 で反射し、投影レンズ 1 5 によりガラス基板 1 上の a - S i 膜上に照射される。

【 0 1 2 3 】

一方、X Y Z チルトステージ 2 0 は、a - S i 膜が表面に形成されたガラス基板 1 をパルスレーザ光の繰り返しに同期した搬送速度で例えばガラス基板 1 を X 方向に連続して移動し、次にガラス基板 1 を Y 方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びガラス基板 1 を - X 方向に連続して、例えば搬送速度 2 0 0 ～ 5 0 0 m m / s 程度で移動させる。

【 0 1 2 4 】

このようにエキシマレーザ 1 0 から出力されたパルスレーザ光をマスク 7 0 の各ラインパターン 7 1 を通してガラス基板 1 上の a - S i 膜に照射し、かつ X Y Z チルトステージ 2 0 の動作によりガラス基板 1 を連続して移動させると、ガラス基板 1 上の a - S i 膜は、上記第 1 乃至第 4 の実施の形態の作用と同様に、未光照射領域が順次埋め尽くされ、最終的にガラス基板 1 上の a - S i 膜の全面が多結晶化される。

【 0 1 2 5 】

このときの多結晶の成長方向は、図 2 5 に示すように X 方向に対して 4 5 ° の方向になる。すなわち、ラインパターン 7 1 を通って a - S i 膜上に照射される光照射領域は、X 方向に対して 4 5 ° の方向でライン状となるので、当該光照射領域の狭いほうの幅方向の熱勾配が大きいため、この幅方向（X 方向に対して 4

5° の方向) に結晶が成長する。

【 0 1 2 6 】

このように上記第 6 の実施の形態によれば、X 方向に対して 4 5° の方向に複数のラインパターン 7 1 が形成されたマスク 7 0 を用い、ガラス基板 1 を連続して X 方向に移動させるので、ガラス基板 1 上の a - S i 膜は、その全面が X 方向に対して 4 5° の方向に多結晶化できる。従って、当該マスク 7 1、上記図 2 2 に示すマスク 6 0、又は上記図 1 に示すマスク 1 3 を用いれば、ガラス基板 1 上に形成する多結晶化の成長方向を制御できる。なお、この第 6 の実施の形態においても上記第 5 と同様な効果を奏することができることは言うまでもない。

【 0 1 2 7 】

(7) 次に、本発明の第 7 の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明の第 7 の実施の形態は、上記第 1 乃至第 6 の実施の形態のうちいずれかの実施の形態におけるレーザ加工装置を適用して p - S i T F T 液晶ディスプレイを製造する方法を説明するものである。

【 0 1 2 8 】

図 2 6 は製造過程の T F T 液晶ディスプレイの一例を示す構成図である。この T F T 液晶ディスプレイ 8 0 は、複数の画素部 8 1 と、これら画素部 8 1 のそれぞれの周辺に形成された各画素部 8 1 のドライバ 8 2 及びゲートアレイや D / A コンバータ等からなる周辺回路 8 3 とからなっている。

【 0 1 2 9 】

このような T F T 液晶ディスプレイ 8 0 を製造する場合、当該 T F T 液晶ディスプレイ 8 0 のガラス基板上に a - S i 膜が形成され、この a - S i 膜における複数の画素部 8 1 と、ドライバ 8 2 及び周辺回路 8 3 とに相当する領域に多結晶 S i 膜が形成される。特にドライバ 8 2 及び周辺回路 8 3 に相当する領域は、例えば直接メモリや C P U を搭載することが予測されるので、その膜質の特質を向上させることが要求されている。

【 0 1 3 0 】

しかるに、複数の画素部 8 1 に相当する領域に多結晶 S i 膜を形成するには、上記第 1 乃至第 6 の実施の形態のうちいずれかの実施の形態におけるレーザ加工

装置、例えば第1の実施の形態を適用し、エキシマレーザ10から繰り返し出力されるパルスレーザ光を図2に示す複数のラインパターン19が形成されたマスク13に照射し、このマスク13のマスクパターンを透過したパルスレーザ光を投影レンズ15などを通して画素部81に相当するa-Si膜上に照射し、かつXYZチルトステージ20によりガラス基板をパルスレーザ光の繰り返し周波数に同期した搬送速度で例えばガラス基板1をX方向に連続して移動し、次にY方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びX方向に連続して移動させる。これにより、画素部81上におけるa-Si膜の未光照射領域が順次埋め尽くされ、最終的に画素部81上のa-Si膜の全面が多結晶化される。

【0131】

又、複数のドライバ82及び周辺回路83に相当する領域に多結晶Si膜を形成するには、上記第1乃至第6の実施の形態のうちいずれかの実施の形態におけるレーザ加工装置、例えば第1の実施の形態を適用し、上記同様に、マスク13のマスクパターンを透過したパルスレーザ光を投影レンズ15などを通してドライバ82及び周辺回路83に相当するa-Si膜上に照射する。なお、パルスレーザ光の光照射領域を投影レンズ15のフィールド83として示している。

【0132】

これと共に、XYZチルトステージ20によりガラス基板をパルスレーザ光の繰り返し周波数に同期した搬送速度で、例えばガラス基板1をドライバ82及び周辺回路83の長手方向に沿った方向、例えばY方向（又はX方向）に連続して移動する。このようにパルスレーザ光の照射位置を走査することにより最終的にドライバ82及び周辺回路83上のa-Si膜の全面が多結晶化される。

【0133】

一方、図27は製造過程の別のTFT液晶ディスプレイの一例を示す構成図である。このTFT液晶ディスプレイ90は、複数の画素部91と、これら画素部91のそれぞれの周辺に形成された複数のドライバ92及びゲートアレイやD/Aコンバータ等からなる周辺回路93とからなっている。これらドライバ92及び周辺回路93は、そのサイズが投影レンズ15のフィールド83の領域よりも

小さく形成されている。

【0134】

このようなTFT液晶ディスプレイ90の画素部91に相当する領域に多結晶Si膜を形成するには、上記第1乃至第6の実施の形態のうちいずれかの実施の形態におけるレーザ加工装置、例えば第1の実施の形態を適用し、エキシマレーザ10から繰り返し出力されるパルスレーザ光を図2に示す複数のラインパターン19が形成されたマスク13に照射し、このマスク13のマスクパターンを透過したパルスレーザ光を投影レンズ15などを通して画素部91に相当するa-Si膜上に照射し、かつXYZチルトステージ20によりガラス基板をパルスレーザ光の繰り返し周波数に同期した搬送速度で例えばガラス基板1をX方向に連続して移動し、次にY方向にラインビームの長さに相当する距離だけ移動し、次に再びX方向に連続して移動させる。これにより、画素部91上におけるa-Si膜の未光照射領域が順次埋め尽くされ、最終的に画素部91上のa-Si膜の全面が多結晶化される。

【0135】

又、複数のドライバ92及び周辺回路93に相当する領域に多結晶Si膜を形成するには、上記第1乃至第6の実施の形態のうちいずれかの実施の形態におけるレーザ加工装置、例えば第1の実施の形態を適用し、上記同様に、マスク13のマスクパターンを透過したパルスレーザ光を投影レンズ15などを通してドライバ92及び周辺回路93に相当するa-Si膜上に照射する。

【0136】

これと共に、XYZチルトステージ20によりガラス基板をパルスレーザ光の繰り返し周波数に同期した搬送速度でドライバ92及び周辺回路93に相当する領域がカバーされる距離だけ移動する。これにより、それぞれのドライバ92及び周辺回路93上のa-Si膜の全面が多結晶化される。

【0137】

このように上記第7の実施の形態によれば、TFT液晶ディスプレイにおける複数の画素部81、91と、そのドライバ82、92及び周辺回路83、93に相当する領域を多結晶化でき、特に例えば直接メモリやCPUを搭載することが

予測されるドライバ 8 2、9 2 及び周辺回路 8 3、9 3 に相当する領域の膜質の特質を向上させることができる。

【 0 1 3 8 】

さらに、図 2 7 に示す T F T 液晶ディスプレイ 9 0 では、ドライバ 9 2 及び周辺回路 9 3 のサイズを投影レンズ 1 5 のフィールド 8 3 の領域よりも小さく形成したので、パルスレーザ光を照射するときのオーバーラップを小さくでき、多結晶 S i 膜の性能を向上させることができる。

【 0 1 3 9 】

なお、上記第 7 の実施の形態では、複数の画素部 8 1、9 1 と、そのドライバ 8 2、9 2 及び周辺回路 8 3、9 3 に相当する全領域を多結晶化しているが、これに限らず、例えばドライバ 8 2、9 2 及び周辺回路 8 3、9 3 の領域内における C P U やメモリなどの半導体素子を作成する領域のみを多結晶化するようにしてもよい。

【 0 1 4 0 】

(8) 次に、本発明の第 8 の実施の形態について図面を参照して説明する。

【 0 1 4 1 】

図 2 8 はステッパ等の露光装置の概略構成図である。レーザ装置 1 0 0 は、被処理体 1 0 1 を露光処理するためのレーザ光を出力するものである。このレーザ装置 1 0 0 から出力されるレーザ光の光路上には、照明光学系 1 0 2 と、ミラー 1 0 3 とが配置され、このミラー 1 0 3 の反射光路上にマスク 1 0 4 と、結像レンズ系 1 0 5 とが配置されている。このうち照明光学系 1 0 2 は、レーザ装置 1 0 0 から出力されたレーザ光を整形及び均一化するものである。

【 0 1 4 2 】

マスク 1 0 4 は、当該マスク 1 0 4 が一方向に所定距離毎に移動したときのそれぞれ通過したレーザ光の被処理体 1 0 1 における各照射領域が互いに重ならないように複数のパターン開口部が形成されたもので、これらパターン開口部の幅及びピッチが例えば液晶ディスプレイのガラス基板である被処理体 1 0 1 への露光処理に応じた値に設定されている。例えば、このマスク 1 0 4 は、上記図 2 に示すマスク 1 3、上記図 8 に示すマスク 3 0、上記図 1 4 に示すマスク 4 0、上

記図 1 8 に示すマスク 5 0、上記図 2 2 に示すマスク 6 0、又は上記図 2 4 に示すマスク 7 0 が適用できる。

【 0 1 4 3 】

X Y Z ステージ 1 0 6 は、被処理体 1 0 1 を載置し、この被処理体 1 0 1 を X Y 方向及び Z 方向に移動させるものである。

【 0 1 4 4 】

次に、上記の如く構成された装置の作用をマスク 1 0 4 に上記図 2 に示すマスク 1 3 を適用した場合について説明する。

【 0 1 4 5 】

例えば、p-S i T F T 液晶ディスプレイの製造工程では、ガラス基板上に a-S i 膜の薄膜を形成し、この薄膜上にレジストを塗布して露光処理を行ない、この後、現像、エッチング処理、レジストの除去が行われる。当該第 8 の実施の形態の露光装置は、かかるプロセスの露光処理に用いられる。

【 0 1 4 6 】

レーザ装置 1 0 0 から出力された 1 ショット目のレーザ光は、照明光学系 1 0 2 により整形及び均一化され、ミラー 1 0 3 で反射し、マスク 1 0 4 に照射される。そして、レーザ光は、マスク 1 0 4 のラインパターン 1 9 を通過し、投影レンズ系 1 0 5 により液晶ディスプレイのガラス基板である被処理体 1 0 1 上に照射される。

【 0 1 4 7 】

図 2 9 は 1 ショット目のレーザ光によるライン状の露光領域及びそのときの露光強度を示している。被処理体 1 0 1 には、その表面にレジスト膜が塗布されており、そのレジスト露光閾値よりも高い露光強度の露光領域において露光処理が行なわれる。

【 0 1 4 8 】

次に、X Y Z ステージ 1 0 6 は、被処理体 1 0 1 をマスク 1 0 4 のラインパターン 1 9 のピッチの半分に相当する距離だけ移動させる。この移動方向は、マスク 1 0 4 のラインパターン 1 9 の長手方向に対して垂直方向である。

【 0 1 4 9 】

次に、レーザ装置 1 0 0 から 2 ショット目のレーザ光が出力されると、このレーザ光は、照明光学系 1 0 2 により整形及び均一化され、ミラー 1 0 3 で反射し、マスク 1 0 4 のラインパターン 1 9 を通過し、投影レンズ系 1 0 5 により液晶ディスプレイのガラス基板である被処理体 1 0 1 上に照射される。

【 0 1 5 0 】

図 3 0 は 2 ショット目のレーザ光によるライン状の露光領域及びそのときの露光強度を示している。被処理体 1 0 1 には、レジスト露光閾値よりも高い露光強度の露光領域において露光処理が行なわれる。これら露光領域は、1 回目の露光処理の各露光領域の間に行われる。

【 0 1 5 1 】

この結果、被処理体 1 0 1 上のレジストは、2 回の露光処理により図 3 1 に示すようなライン状のパターンが転写される。

【 0 1 5 2 】

ところで、マスクに形成された複数のラインパターンによりレジスト露光処理を行なった場合、これらラインパターンの間隔が狭くなると、投影レンズ系 1 0 5 による解像限界付近によってラインパターンを分解できなくなり、図 3 2 に示すように露光強度が連続してレジスト露光閾値よりも高くなってしまい、ラインパターンの露光領域を呈しなくなる。このため、被処理体 1 0 1 上のレジストは、広いパターンで露光されてしまう。

【 0 1 5 3 】

これに対して本発明の第 8 の実施の形態であれば、ラインパターンの露光領域が狭くなっても、これら露光領域を分解して露光処理でき、今まで不可能であったライン状のパターンを精密かつ高分解能で転写できる。例えば、各照射領域が互いに完全に重ならない野ではなく、一部において重複部分を有するように（すなわち、各照射領域が互いに重ならない領域を有するように）マスクを形成し、レーザ加工を施し、露光を行なってもよい。この場合でも本発明の効果を得ることができる。

【 0 1 5 4 】

なお、本発明は、上記第 1 乃至第 8 の実施の形態に限定されるものでなく、実

施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。

【0155】

さらに、上記実施形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示されている複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出できる。例えば、実施形態に示されている全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出できる。

【0156】

【発明の効果】

以上詳記したように本発明によれば、高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶Si膜を生成するためのマスクを提供できる。

【0157】

又、本発明によれば、高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶Si膜を生成できるレーザ加工方法及びその装置を提供できる。

【0158】

又、本発明によれば、高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶Si膜を生成するプロセスを有する半導体デバイス製造方法を提供できる。

【0159】

又、本発明によれば、高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶Si膜を生成するマスクを応用し、マスクパターンを精密かつ高分解能で転写できる露光装置を提供できる。

【0160】

又、本発明によれば、均一かつ大粒径の多結晶Si膜が生成された高性能のディスプレイ装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係わるレーザ加工装置の第1の実施の形態を示す構成図。

【図2】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 1 の実施の形態におけるマスクの構成図。

【図 3】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 1 の実施の形態における 1 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 4】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 1 の実施の形態における 2 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 5】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 1 の実施の形態における 3 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 6】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 1 の実施の形態における 4 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 7】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 1 の実施の形態における 5 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 8】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 2 の実施の形態におけるマスクの構成図。

【図 9】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 2 の実施の形態における 1 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 1 0】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 2 の実施の形態における 2 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 1 1】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 2 の実施の形態における 3 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 1 2】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 2 の実施の形態における 4 ショット目の結

晶化された領域を示す図。

【図 1 3】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 2 の実施の形態における 5 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 1 4】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 3 の実施の形態におけるマスクの構成図。

【図 1 5】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 3 の実施の形態における 1 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 1 6】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 3 の実施の形態における 2 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 1 7】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 3 の実施の形態における 3 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 1 8】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 4 の実施の形態におけるマスクの構成図。

【図 1 9】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 4 の実施の形態における 1 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 2 0】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 4 の実施の形態における 2 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 2 1】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 4 の実施の形態における 3 ショット目の結晶化された領域を示す図。

【図 2 2】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 5 の実施の形態におけるマスクの構成図。

【図 2 3】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 5 の実施の形態におけるマスクを用いたときの多結晶の成長方向を示す図。

【図 2 4】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 6 の実施の形態におけるマスクの構成図。

【図 2 5】

本発明に係わるレーザ加工装置の第 6 の実施の形態におけるマスクを用いたときの多結晶の成長方向を示す図。

【図 2 6】

本発明に係わるレーザ加工装置を適用した T F T 液晶ディスプレイの製造方法である第 7 の実施の形態を説明するための図。

【図 2 7】

本発明に係わるレーザ加工装置を適用した別の T F T 液晶ディスプレイの製造方法である第 7 の実施の形態を説明するための図。

【図 2 8】

本発明に係わる露光装置の第 8 の実施の形態を示す構成図。

【図 2 9】

本発明に係わる露光装置の第 8 の実施の形態における 1 回目の露光処理を示す模式図。

【図 3 0】

本発明に係わる露光装置の第 8 の実施の形態における 2 回目の露光処理を示す模式図。

【図 3 1】

本発明に係わる露光装置の第 8 の実施の形態における転写結果を示す模式図。

【図 3 2】

従来の露光装置による転写作用を示す模式図。

【図 3 3】

従来の S i 薄膜を多結晶 S i 膜にする方法を示す模式図。

【図 3 4】

従来の繰り返しパターンのピッチを狭くして S i 薄膜を多結晶 S i 膜にする方

法を示す模式図。

【図 3 5】

従来の繰り返しパターンのピッチをさらに狭くして Si 薄膜を多結晶 Si 膜にする方法を示す模式図。

【図 3 6】

従来のレーザ光のビーム幅と微結晶生成との関係を示す模式図。

【符号の説明】

- 1 : ガラス基板、
- 1 0 : エキシマレーザ
- 1 1 : バリアブルアッテネータ
- 1 2 : 照明光学系
- 1 3 : マスク
- 1 4 : ミラー
- 1 5 : 投影レンズ
- 1 6 : コリメートレンズ
- 1 7 : アレイレンズ群
- 1 8 : フィールドレンズ
- 1 9 : パターン開口部 (ラインパターン)
- 2 0 : X Y Z チルトステージ
- 2 1 : フォーカス変位計
- 3 0 : マスク
- 3 1 : パターン開口部 (4 角形パターン)
- 4 0 : マスク
- 4 1 : パターン開口部 (点状パターン)
- 4 2 : パターン開口部 (4 角形リングパターン)
- 6 0 : マスク
- 6 1 : パターン開口部 (ラインパターン)
- 7 0 : マスク
- 7 1 : パターン開口部 (ラインパターン)

8 0 , 9 0 : T F T 液 晶 デ ィ ス プ レ イ

8 1 , 9 1 : 画 素 部

8 2 , 9 2 : ド ラ イ バ

8 3 , 9 3 : 周 辺 回 路

1 0 0 : レ ー ザ 装 置

1 0 1 : 被 処 理 体

1 0 2 : 照 明 光 学 系

1 0 3 : ミ ラ ー

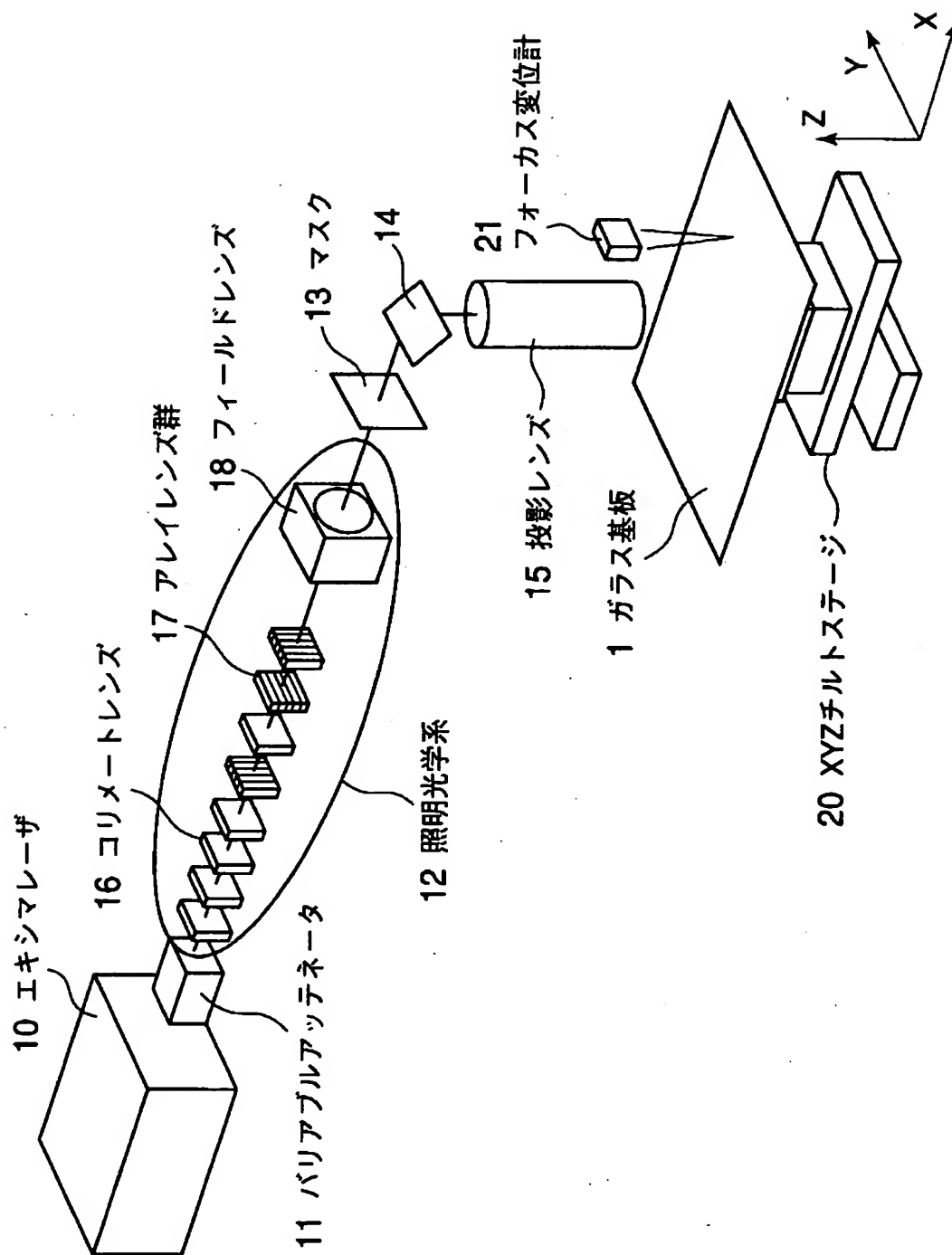
1 0 4 : マ ス ク

1 0 5 : 結 像 レ ン ズ 系

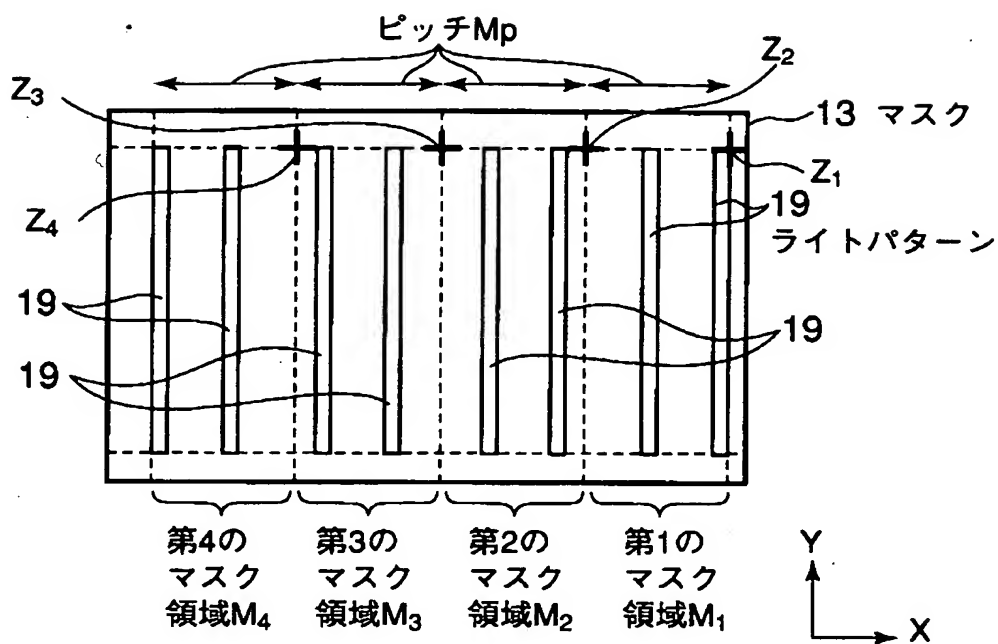
1 0 6 : X Y Z ス テ ー ジ

【書類名】 図面

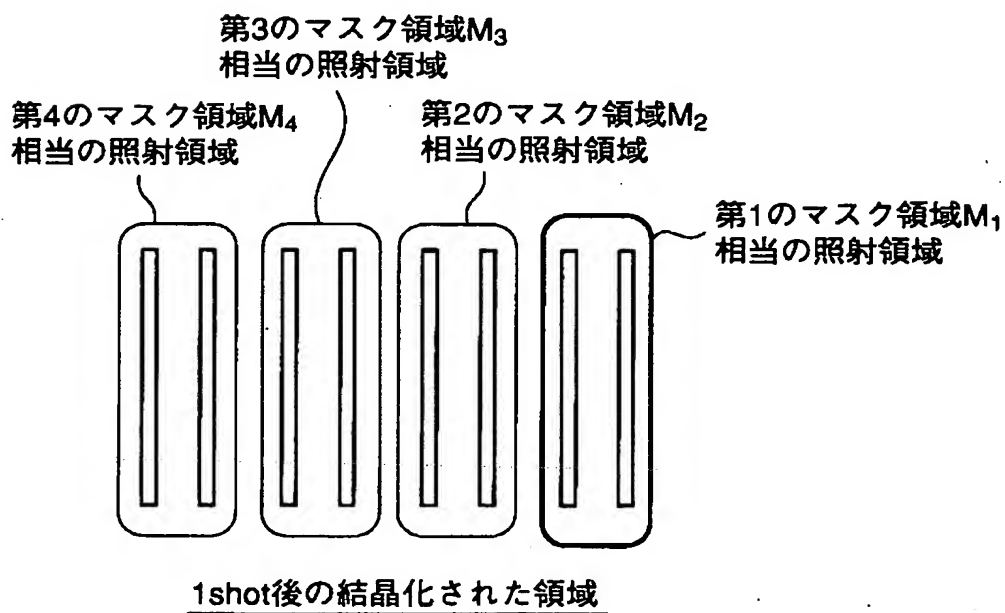
【図 1】



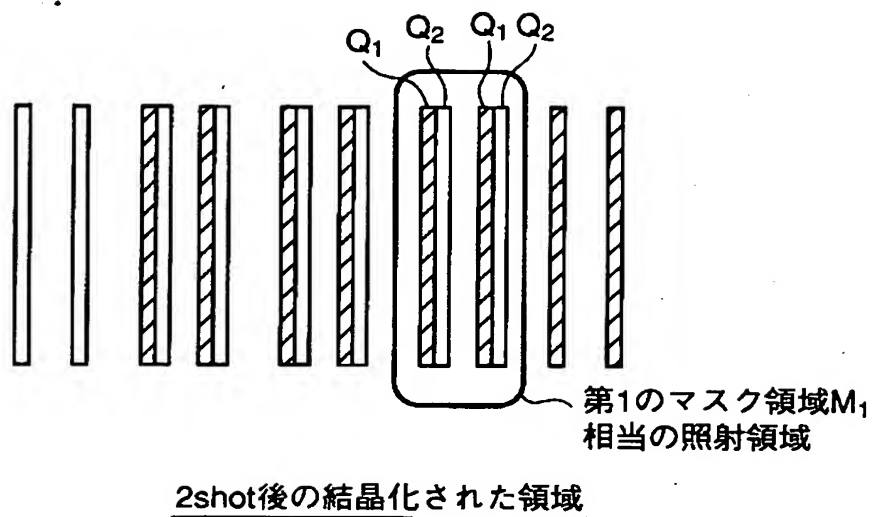
【図 2】



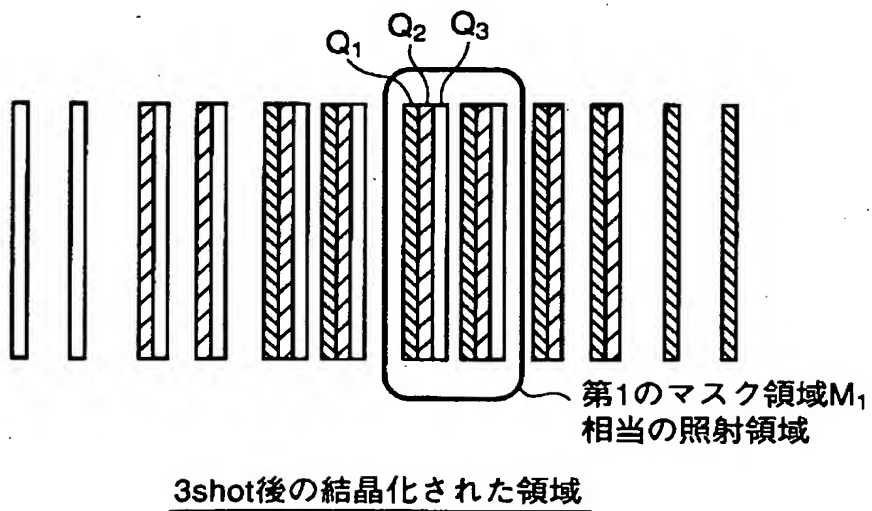
【図 3】



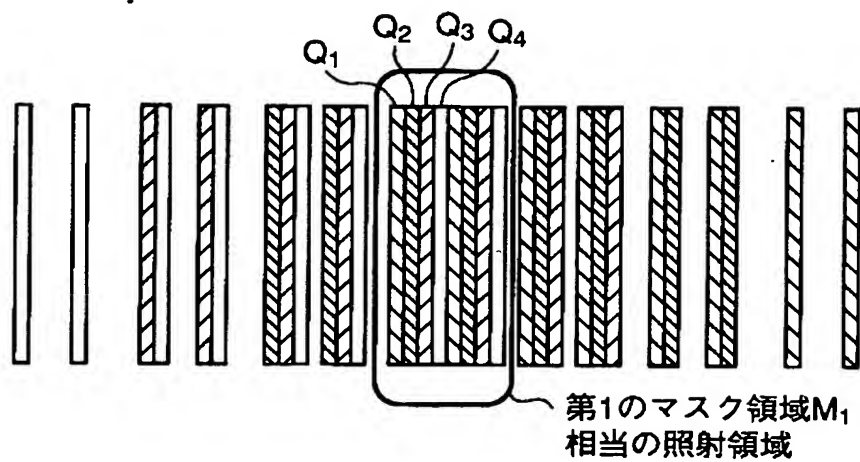
【図 4】



【図 5】

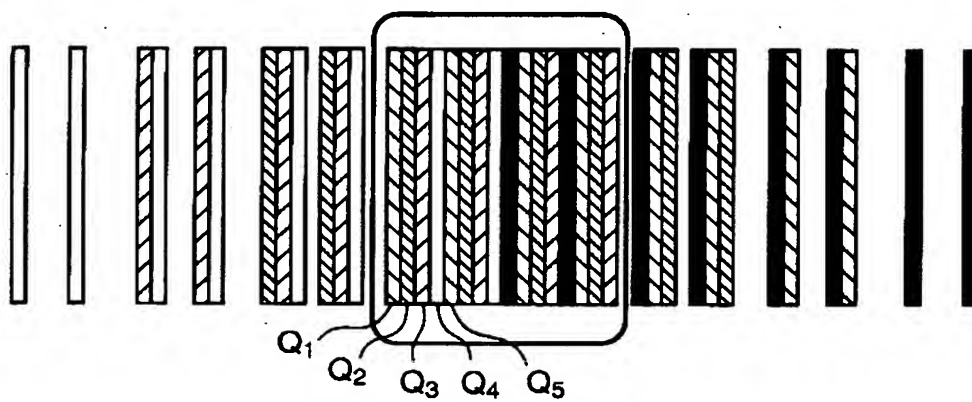


【図 6】



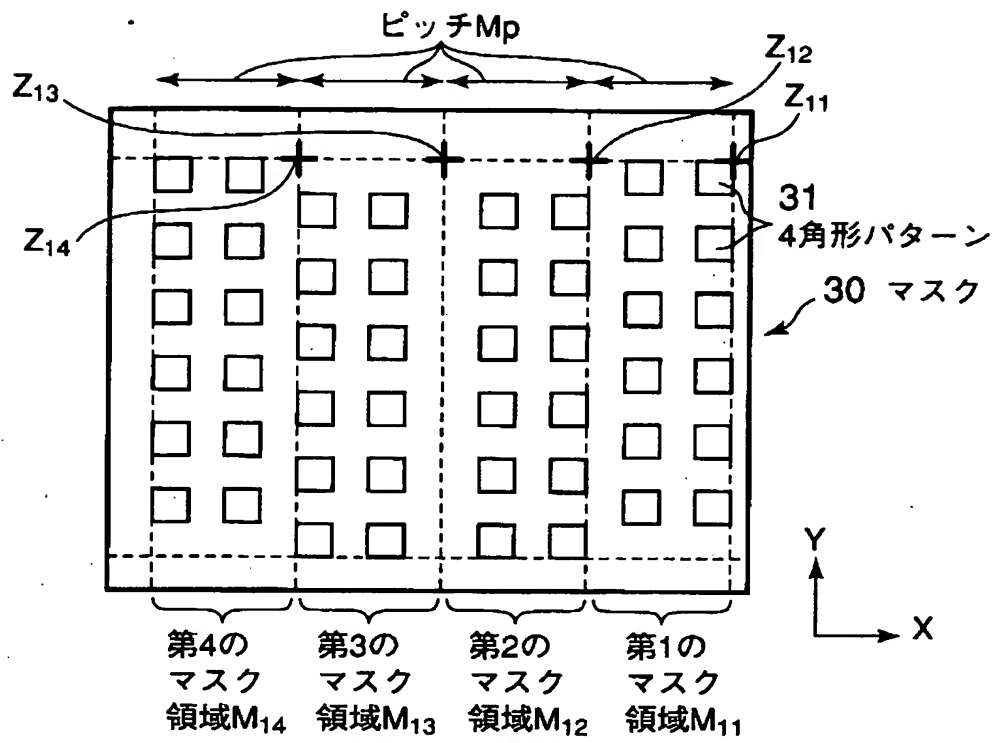
4shot後の結晶化された領域

【図 7】

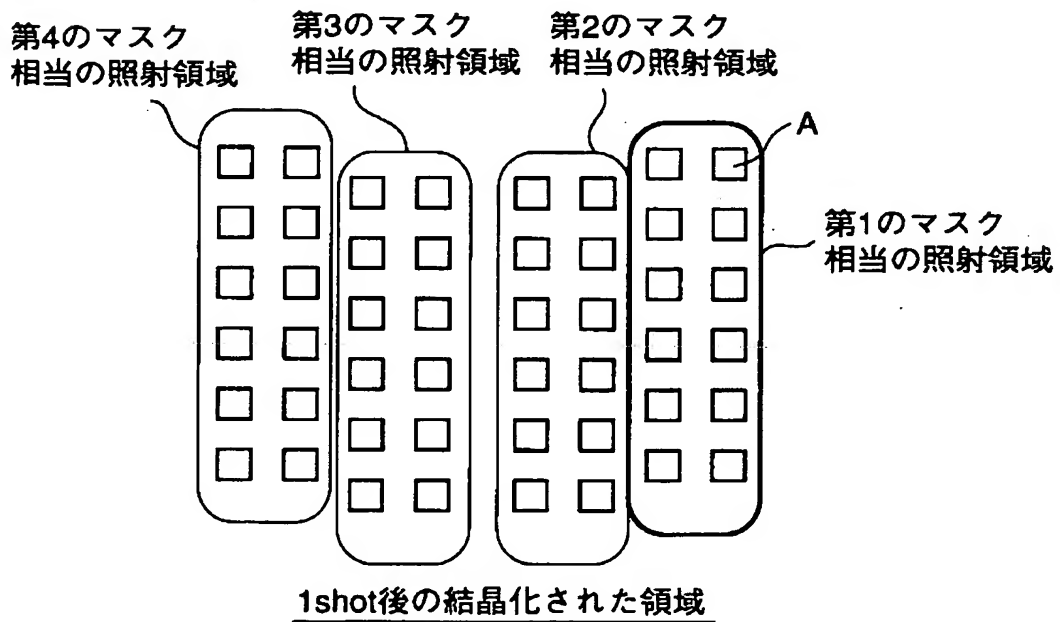


5shot後の結晶化された領域

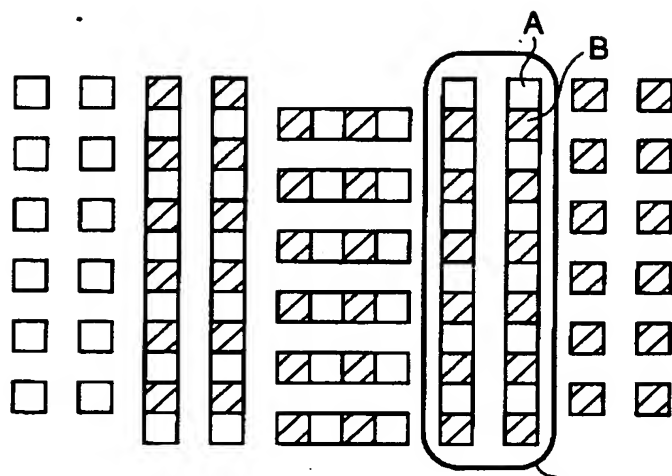
【図 8】



【図 9】



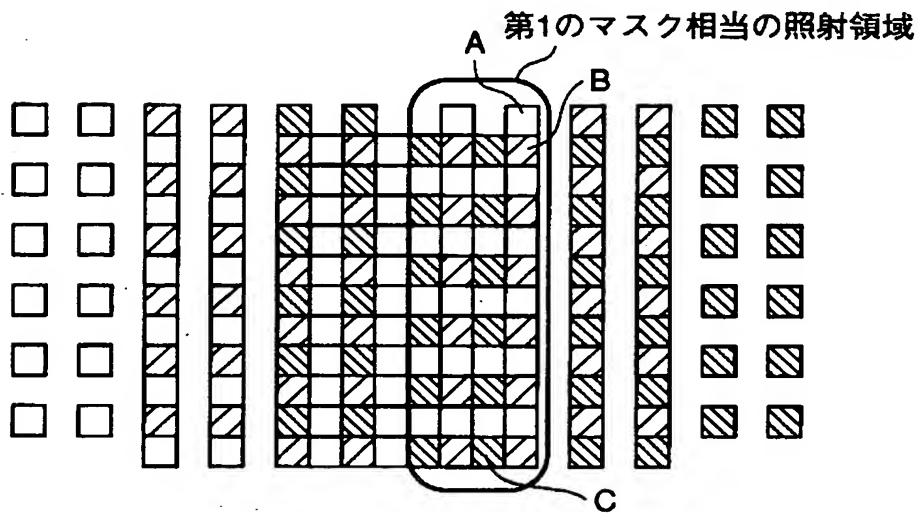
【図10】



第1のマスク相当の照射領域

2shot後の結晶化された領域

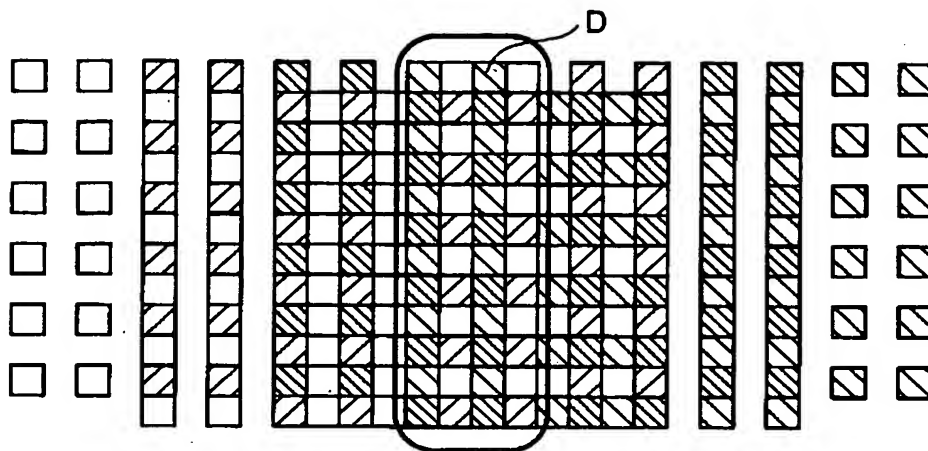
【図11】



第1のマスク相当の照射領域

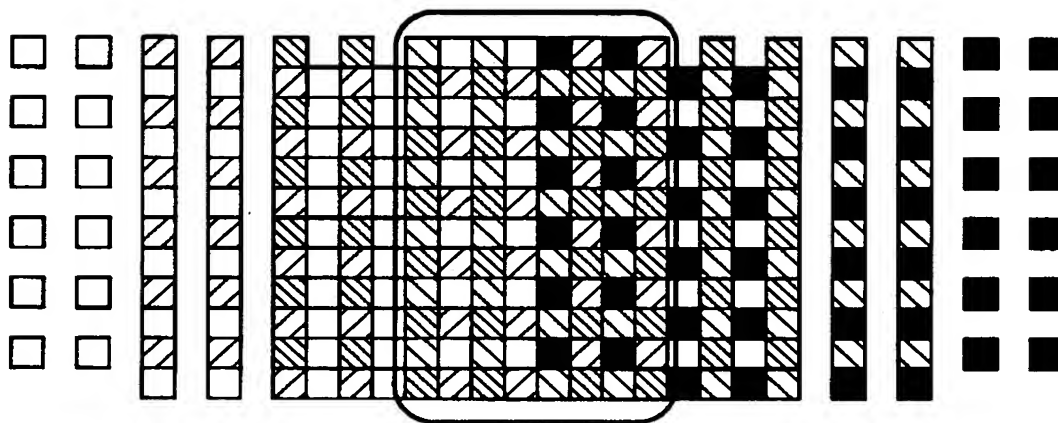
3shot後の結晶化された領域

【図 1 2】



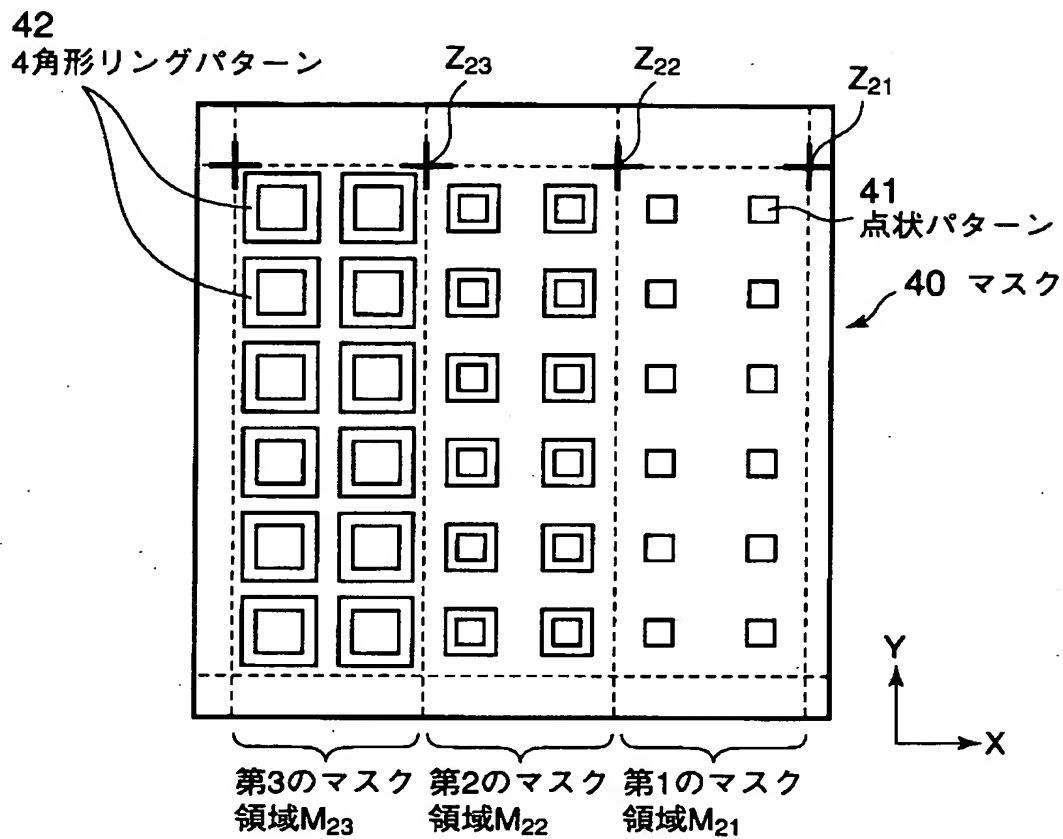
4shot後の結晶化された領域

【図 1 3】

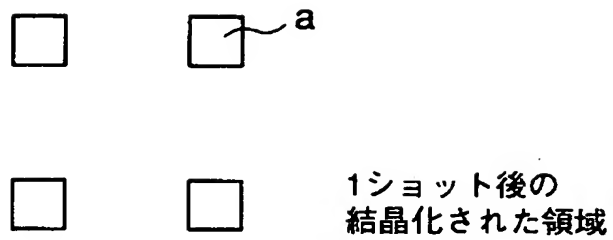


5shot後の結晶化された領域

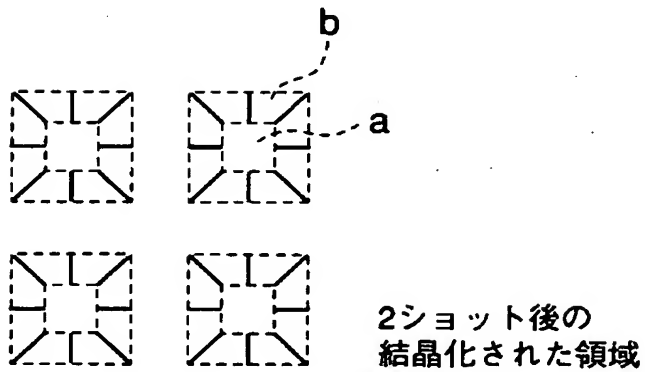
【図14】



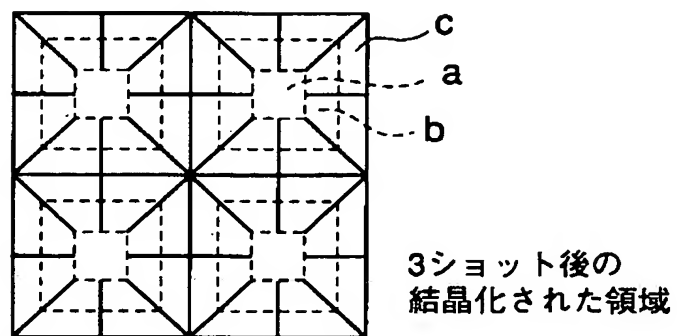
【図15】



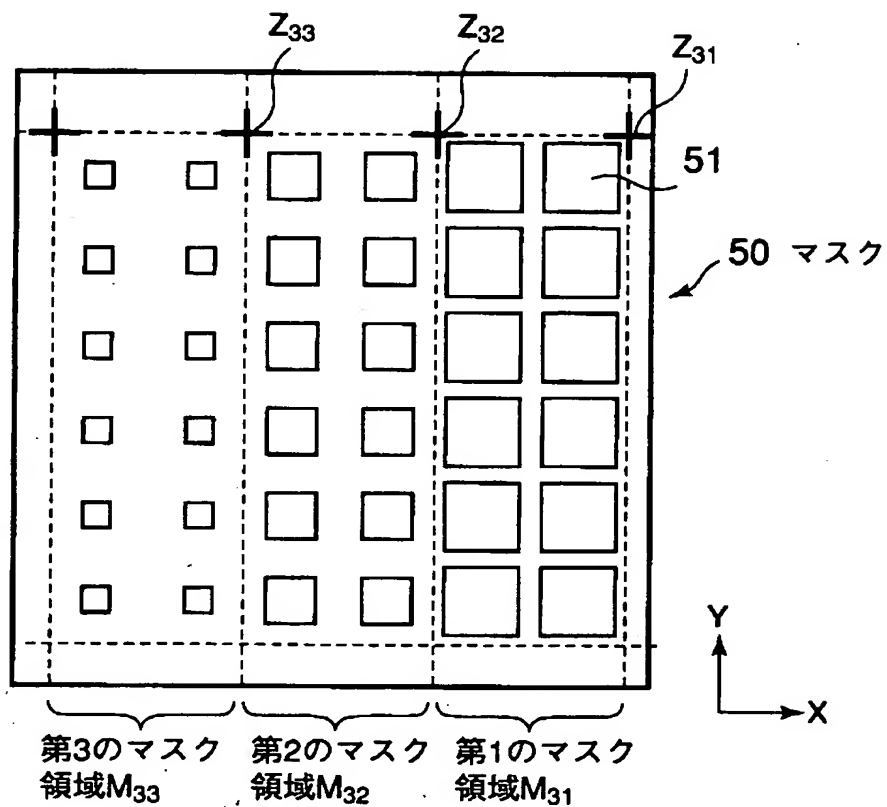
【図16】



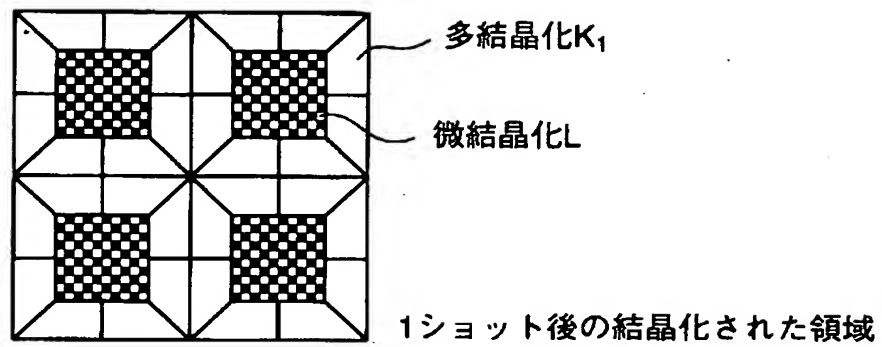
【図17】



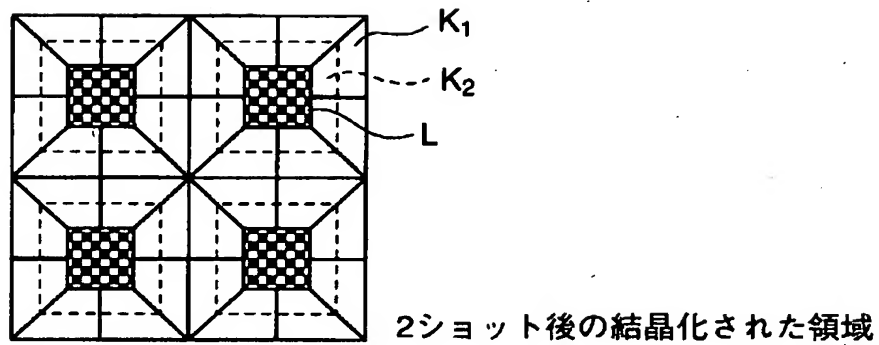
【図18】



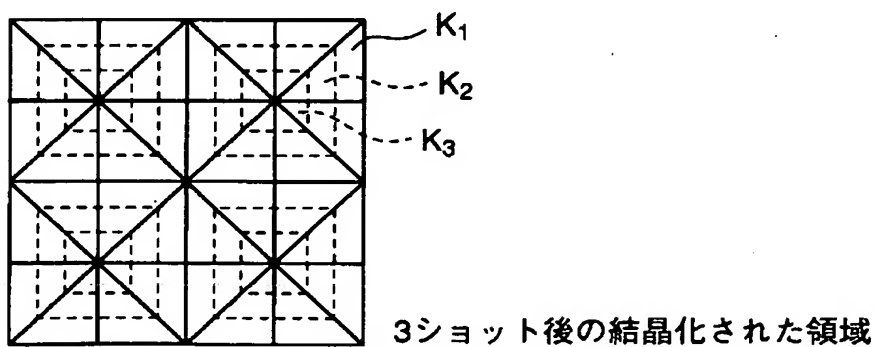
【図 1 9】



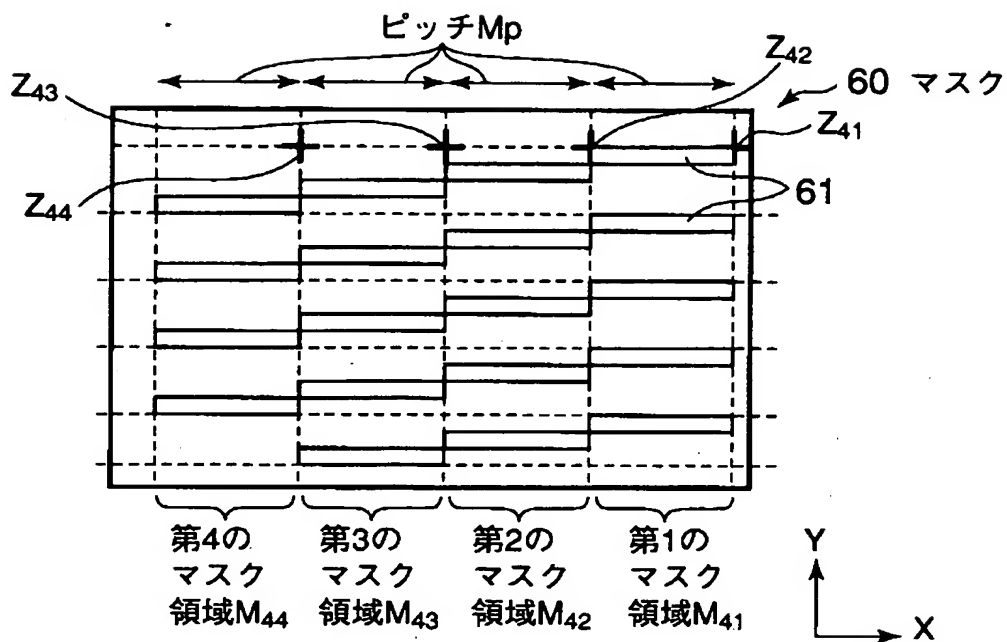
【図 2 0】



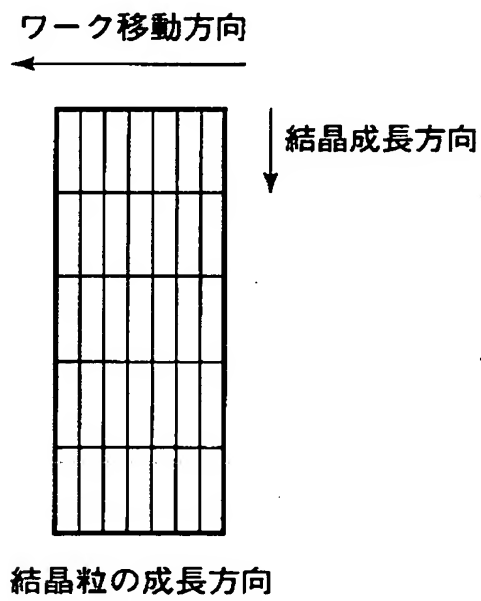
【図 2 1】



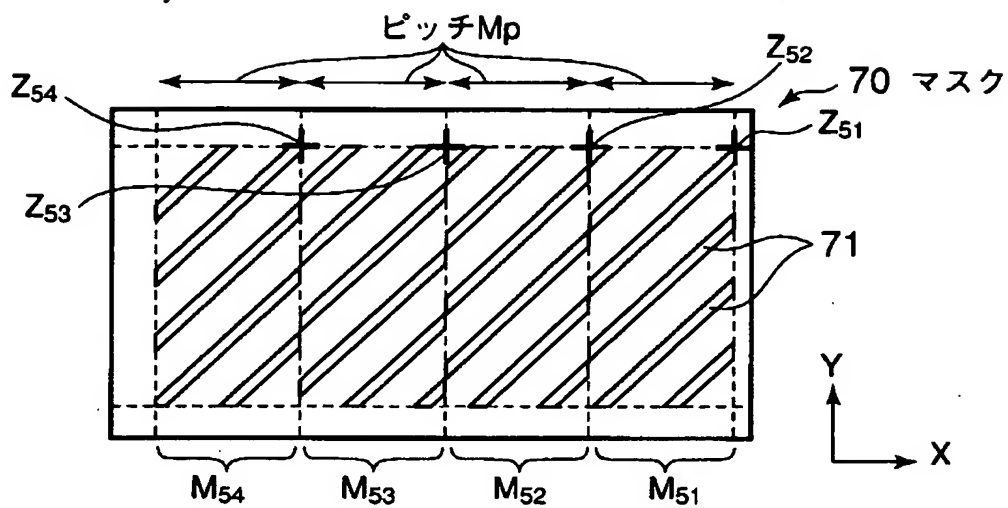
【図 2 2】



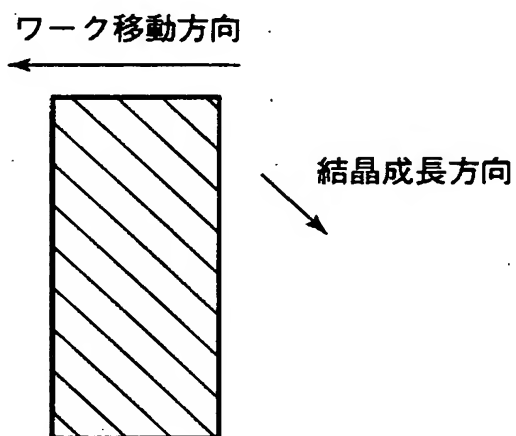
【図 2 3】



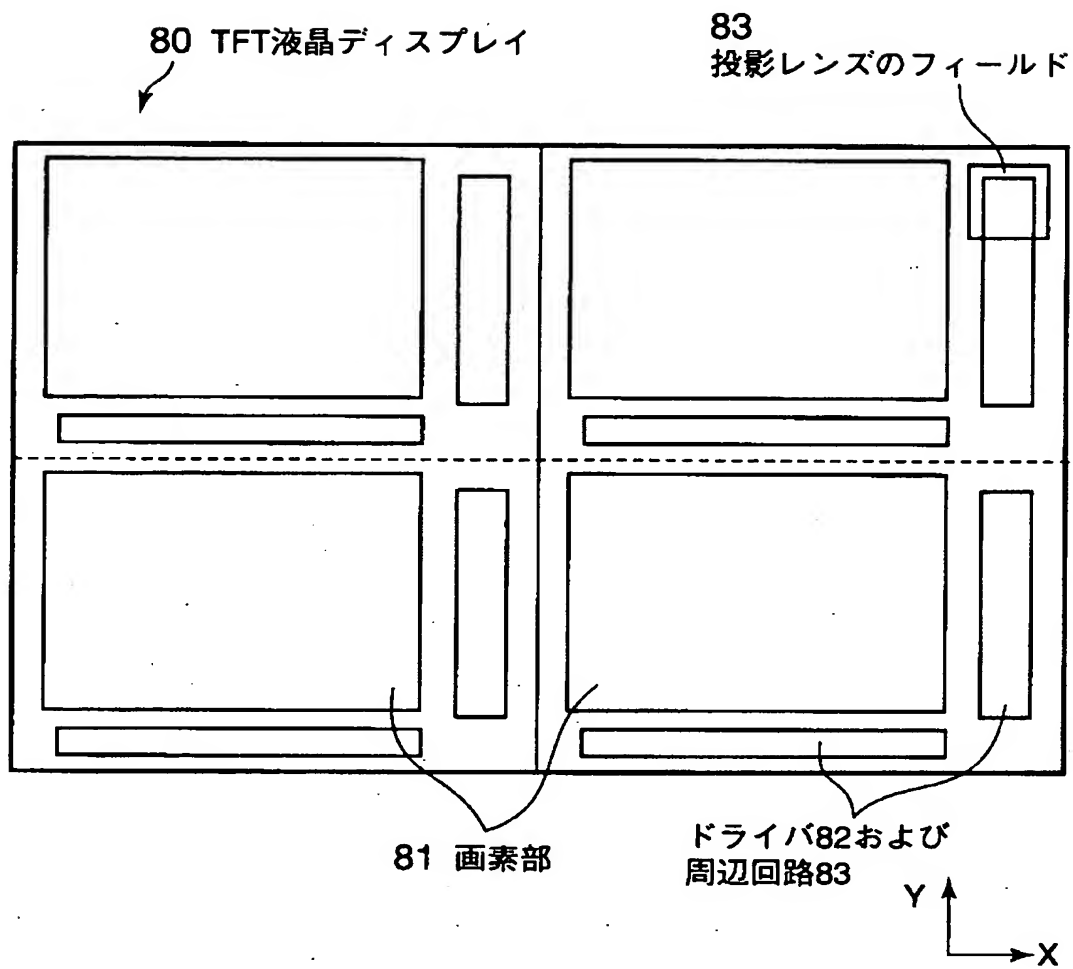
【図 24】



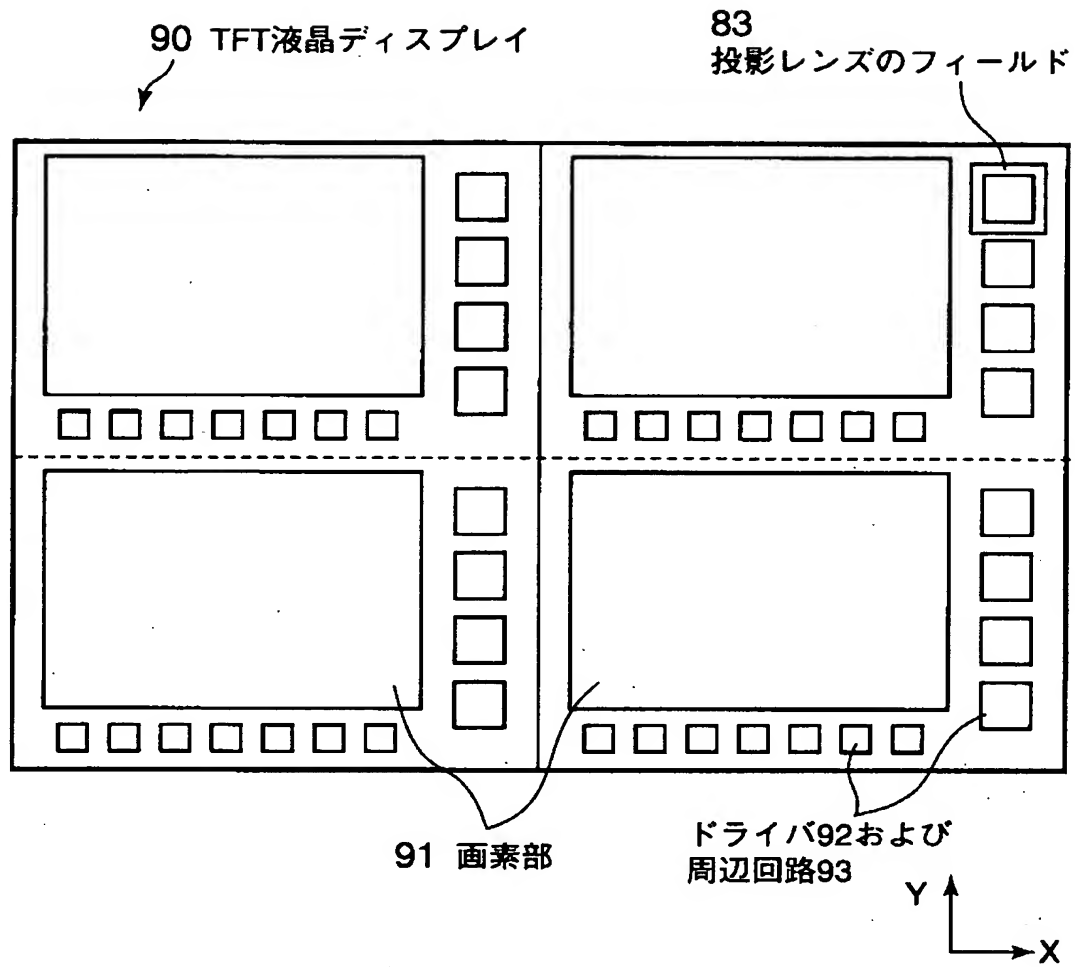
【図 25】



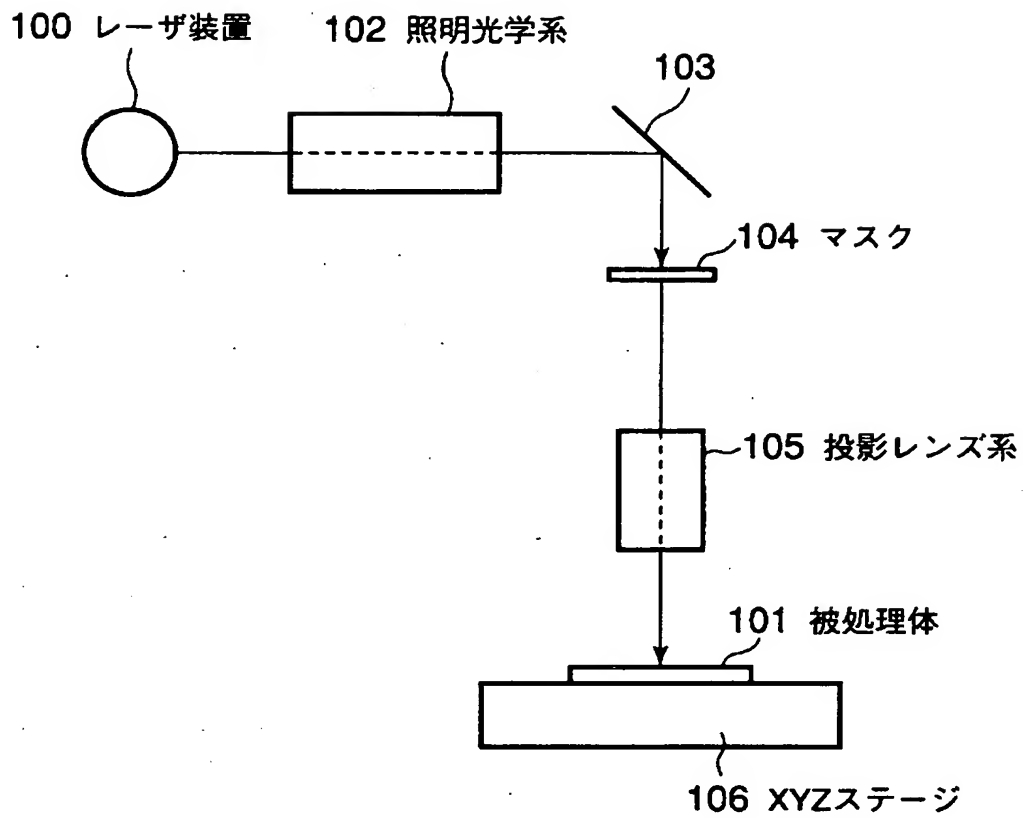
【図 26】



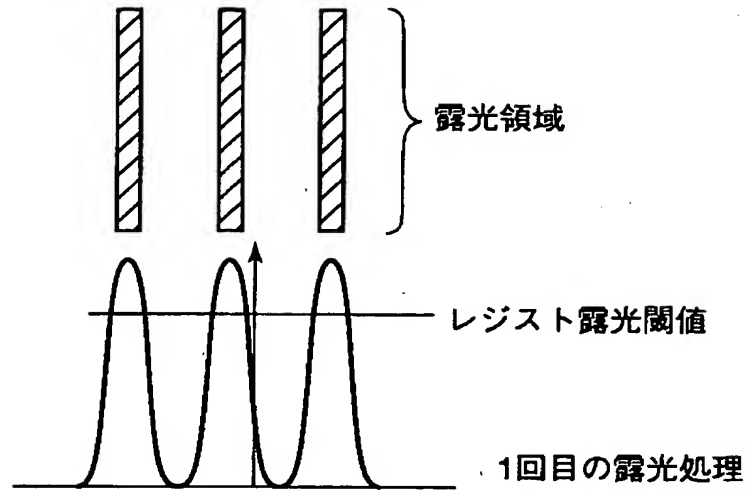
【図27】



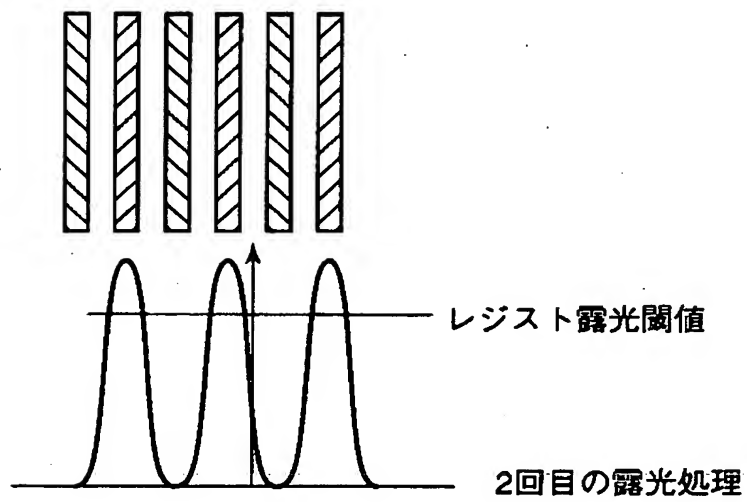
【図 28】



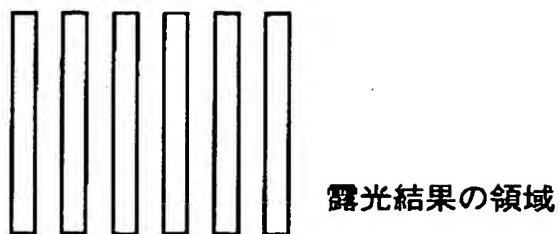
【図 2 9】



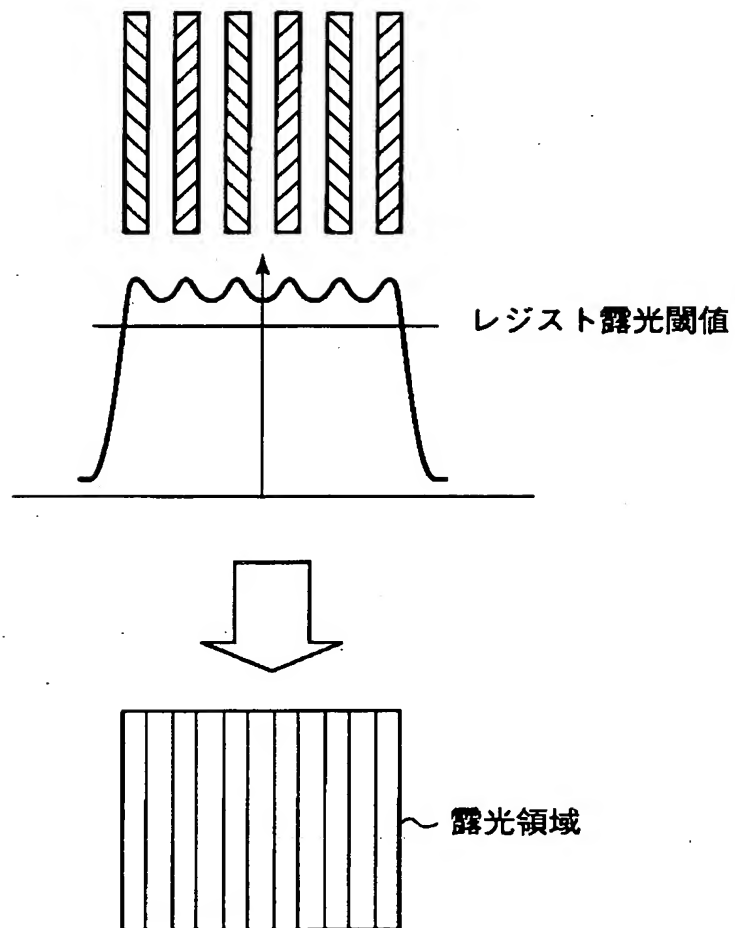
【図 3 0】



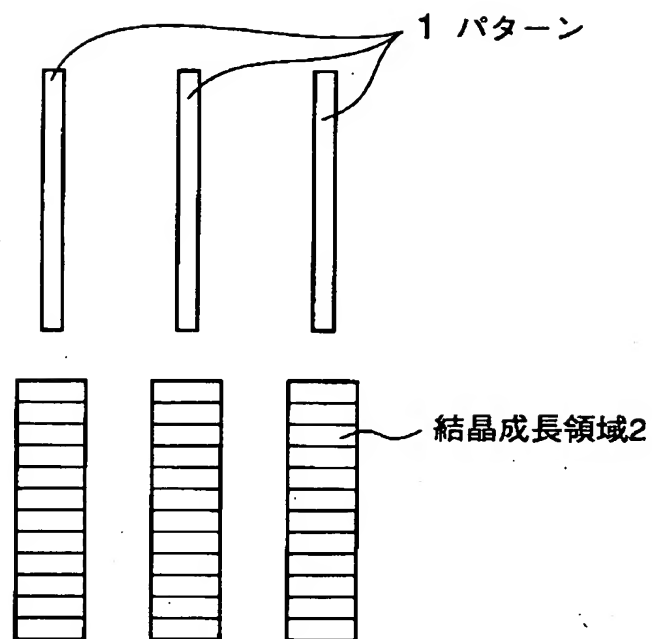
【図 3 1】



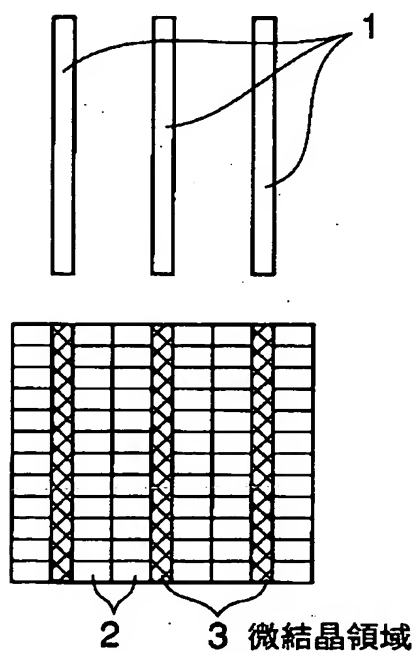
【図 3 2】



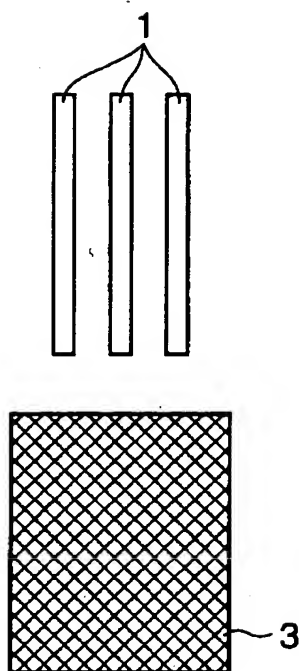
【図 3 3】



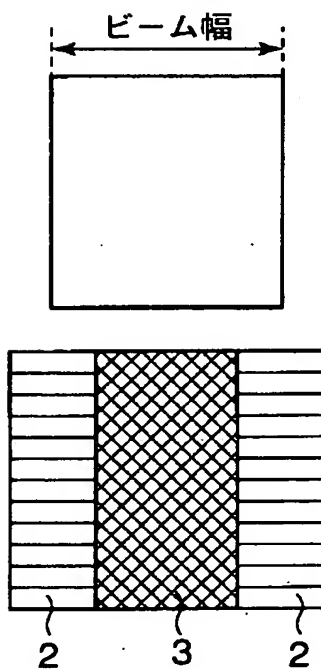
【図 3 4】



【図 35】



【図 36】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高いスループットで、均一かつ大粒径の多結晶 Si 膜を生成する。

【解決手段】 第 1 乃至第 4 のマスク領域 $M_1 \sim M_4$ の相互間で互いに重なり合わない箇所で、かつその幅及びピッチがガラス基板 1 上に形成された a-Si 膜における光照射領域に熱勾配が生じる値、例えば a-Si 膜上に照射される光照射領域のビーム幅がおよそ $5 \mu m$ 以内でそのピッチ M_p が $1 \mu m$ 以上となるように設定されたラインパターン 19 が形成されたマスク 13 を用い、エキシマレーザー 10 から出力されたパルスレーザー光をマスク 13 を通してガラス基板 1 上の a-Si 膜に照射し、かつ XYZ チルトステージ 20 の動作によりガラス基板 1 を連続して移動させる。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝



Creation date: 12-04-2003
Indexing Officer: DMERGA - DESHI MERGA
Team: OIPEBackFileIndexing
Dossier: 10067309

Legal Date: 10-22-2003

No.	Doccode	Number of pages
1	CTRS	5

Total number of pages: 5

Remarks:

Order of re-scan issued on